

Informing you on ambient air quality
in the Belgian Regions

RAPPORT ANNUEL 2025 de la qualité de l'air en Belgique

Description du document

Titre
Rapport annuel 2025 de la qualité de l'air en Belgique

Auteurs
Ce rapport a été réalisé grâce à la contribution de l'ensemble des collaborateurs de CELINE : Frans Fierens, Charlotte Vanpoucke, Elke Trimpeneers, Roman Dumoulin, Philippe Maetz, Virginie Hutsemékers, Christophe Degrave, Irene Pardo Cantos.

Date
25 novembre 2026

Contact
info@irceline.be
www.irceline.be/fr

Remerciements

Ce rapport a été établi sur base des données de qualité de l'air collectées dans les réseaux de mesure des trois Régions. CELINE remercie tous les collaborateurs de la Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), de l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP), de l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) et de Bruxelles Environnement (LB–BE).

Table des matières

1 Résumé **7**

2 Introduction **11**

3 Législation et recommandations sanitaires **13**

3.1 Directive européenne . . . 13

3.2 Organisation mondiale de la Santé . . . 13

4 Épisodes de pollution **15**

4.1 Smog hivernal et printanier . . . 15

4.2 Smog estival . . . 17

5 Particules fines **19**

5.1 PM_{10} . . . 20

5.1.1 Stations de mesure PM_{10} . . . 20

5.1.2 Concentrations moyennes annuelles de PM_{10} . . . 20

5.1.3 Concentrations moyennes journalières de PM_{10} . . . 21

5.2 $PM_{2.5}$ . . . 25

5.2.1 Stations de mesure $PM_{2.5}$ . . . 25

5.2.2 Concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$ . . . 25

5.2.3 Indicateur d'exposition moyenne . . . 25

5.3 Black Carbon (BC) . . . 28

5.3.1 Stations de mesures BC . . . 28

5.3.2 Concentrations moyennes annuelles en BC . . . 28

6 Oxydes d'azote **30**

6.1 Stations de mesure NO_2 . . . 30

6.2 Concentrations moyennes annuelles de NO_2 . . . 30

6.3 Valeurs horaires de NO_2 . . . 33

7 Ozone **35**

7.1 Stations de mesure de l'ozone . . . 35

7.2 L'ozone et l'impact sur la santé . . . 35

7.2.1 NET60 . . . 35

7.2.2 AOT60 . . . 37

7.3 L'ozone et la végétation . . . 39

7.3.1 AOT40 végétation . . . 39

7.3.2 AOT40 forêts . . . 40

7.4 Moyenne annuelle d'ozone . . . 41

7.5 Évolution de la tendance pour les classes de concentrations d'O_3 43

8 Conclusions **46**

9 Annexe A : Stations de mesure **48**

10 Annexe B : Relevés annuels **51**

11 Annexe C : Interprétation des diagrammes en boîte **55**

12 Annexe D : Cartes d'incertitudes **56**

Glossaire

AOT40 forêts
: ou « Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 40 ppb (= 80 µg/m^3) ». Total des différences entre la moyenne horaire d'ozone supérieure à 80 µg/m^3 et le seuil de 80 µg/m^3 pour toutes les valeurs horaires entre 08h00 et 20h00 CET, au cours des mois d'avril à septembre. Il s'agit d'un indicateur de protection des forêts.

AOT40 végétation
: ou « Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 40 ppb (= 80 µg/m^3) ». Total des différences entre la moyenne horaire d'ozone supérieure à 80 µg/m^3 et le seuil de 80 µg/m^3, et ce pour toutes les valeurs horaires comprises entre 08h00 et 20h00 CET au cours des mois de mai, juin et juillet (période de croissance). Il s'agit d'un indicateur de protection des plantes et de la végétation (semi-)naturelle.

AOT60
: ou « Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 60 ppb (= 120 µg/m^3) ». Total annuel des différences entre la concentration d'ozone journalière maximale en moyenne (glissante) sur 8 heures supérieure à 120 µg/m^3 et le seuil de 120 µg/m^3.

BC
: Black Carbon. Analogue à la suie. Ensemble de particules fines, formées de carbone élémentaire, dont la concentration est mesurée par des méthodes optiques, et émises principalement par les processus de combustion (trafic automobile et en particulier diesel, combustion de biomasse…)

CET
: L'heure normale d'Europe centrale. Le fuseau horaire en avance d'une heure par rapport au temps universel coordonné.

COV
: Composés organiques volatils. Mélange de substances gazeuses principalement composées de carbone et d'hydrogène. Il s'agit de précurseurs à la formation d'ozone.

IEM
: Indicateur d'exposition moyenne. Indicateur national égal à la moyenne sur trois ans des concentrations de $PM_{2.5}$ mesurées dans certaines stations mesurant la pollution de fond urbaine.

Inversion de température
: Phénomène d'élévation de la température avec l'altitude. En particulier, une couche d'air froid au sol peut être chapeautée par une couche d'air plus chaud, ce qui empêche les polluants de s'élever et entrave donc la dispersion verticale.

Jour d'ozone
: Jour où la valeur maximale des concentrations moyennes horaires d'ozone dépasse 180 µg/m^3 dans au moins une station de mesure en Belgique.

NET60
: ou « Number of Exceedances above a Threshold of 60 ppb (= 120 µg/m^3) » : Nombre de jours pendant lesquels la concentration d'ozone journalière maximale en moyenne (glissante) sur 8 heures est supérieure à 120 µg/m^3.

NO_x
: Oxydes d'azote, c'est-à-dire le mélange des composés gazeux de monoxyde d'azote (NO) et de dioxyde d'azote (NO_2).

O_3
: Ozone. Gaz très réactif formé dans la troposphère par l'action du rayonnement ultraviolet (UV) sur certains composés présents dans l'air –les polluants « précurseurs ». Ce composé est principalement formé pendant les journées chaudes et ensoleillées d'été.

OLT
: Objectif à long terme.

OMS
: Organisation mondiale de la Santé.

OMT
: Objectif à moyen terme.

PM_{10}
: ou « Particulate Matter ». Il s'agit des particules fines dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm.

$PM_{2.5}$
: ou « Particulate Matter ». Il s'agit des particules fines dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2,5 µm.

RIO
: Méthode d'interpolation utilisée dans ce rapport afin de cartographier les données de qualité de l'air des réseaux de mesure.

Smog
: Pollution atmosphérique (historiquement, contraction de « smoke » et « fog »). De manière très résumée, le smog est usuellement causé par les particules fines en hiver (ou au printemps) et par l'ozone en été.

SO_2
: Dioxyde de soufre. Gaz irritant à forte concentration et acidifiant.

UNECE
: De l'anglais : United Nations Economic Commission for Europe (Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe).

1 Résumé

La qualité de l'air en Belgique s'est progressivement améliorée au cours des trois dernières décennies. Malgré cette amélioration constante, l'ensemble de la population a encore été exposé à des concentrations dépassant une ou plusieurs valeurs recommandées par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) en 2025.

Les concentrations moyennes annuelles de PM_{10}, $PM_{2.5}$ et NO_2 diminuent progressivement. Une légère tendance à la hausse est observée uniquement pour l'ozone. La qualité de l'air en 2025 était meilleure ou comparable à la moyenne des dix dernières années et suit donc la tendance à long terme en ce qui concerne les particules fines et les oxydes d'azote. Il faut toutefois relever que la tendance a été momentanément perturbée en 2020 par la pandémie de COVID-19 et les mesures de confinement liées.

La qualité de l'air en 2025 a été, pour l'ensemble des polluants analysés, moins bonne qu'en 2024. Cette dégradation s'explique par des conditions météorologiques défavorables et non par une rupture de tendance en matière d'émissions.

Le tableau 1 ci-dessous présente les différents indicateurs de la qualité de l'air pour la Belgique en 2025 et les compare, à l'aide d'un code couleur, aux moyennes des 10 années précédentes : 2015–2024. Ces chiffres sont basés sur des calculs effectués à l'aide de la technique d'interpolation RIO, avec une résolution spatiale de 4x4 km^2. Les chiffres sont donc représentatifs de zones de 4 km sur 4 km, ce qui signifie que les concentrations (ou le nombre de dépassements) peuvent être localement plus élevées ou plus faibles. Pour les polluants fortement influencés par les émissions locales, comme le NO_2 provenant des émissions du trafic, l'évaluation locale peut différer sensiblement de celle effectuée au niveau de 4x4 km^2.

Pour les $PM_{2.5}$ et le dioxyde d'azote, les moyennes annuelles sont nettement inférieures à la moyenne des dix années précédentes. Pour les PM_{10}, certains indicateurs, tant pour les périodes longues (moyennes annuelles) que pour les périodes courtes (moyennes journalières), sont plutôt comparables à la moyenne des dix dernières années.

Pour l'ozone, davantage d'indicateurs sont comparables à la moyenne des dix dernières années et certains sont même nettement moins favorables que cette moyenne. La concentration moyenne annuelle d'ozone (mesure des niveaux de fond en Belgique) est en légère tendance à la hausse au cours des quinze dernières années. Les différents indicateurs d'ozone relatifs au dépassement d'un seuil défini montrent une tendance erratique, liée aux conditions météorologiques estivales. Malgré les conditions météorologiques plutôt défavorables l'été 2025 pour l'ozone, le seuil d'information européen n'a été dépassé que 2 jours.

Le tableau 2 donne les pourcentages de la population potentiellement exposée à des concentrations supérieures aux valeurs limites de l'UE, d'une part, et aux valeurs recommandées par l'OMS, d'autre part.

Sur base de ces calculs, on peut conclure que personne en Belgique n'a été exposé à des dépassements des valeurs limites ou cibles européennes pour les particules fines ou le dioxyde d'azote. L'exposition de la population est estimée sur base des calculs des concentrations de qualité de l'air par l'interpolation RIO pour une grille de 4x4 km^2 et du nombre d'habitants correspondants dans cette maille. Cette résolution peut entraîner une sous-estimation pour les polluants tels que le NO_2 et le BC.

Pour l'ozone, l'objectif à long terme d'aucun dépassement du seuil de 120 µg/m^3 pour la moyenne sur 8 heures n'est atteint nulle part et l'ensemble de la population est exposé à des dépassements. L'objectif à moyen terme d'un maximum de 25 jours de dépassement du seuil de 120 µg/m^3 pour la moyenne sur 8 heures, en moyenne sur 3 ans, est respecté sur l'ensemble de la Belgique.

Si l'on compare les indicateurs aux valeurs recommandées par l'OMS, plutôt qu'aux valeurs limites européennes, la situation est moins favorable : 62,6 % de la population belge vit dans une zone où la concentration moyenne annuelle de PM_{10} dépasse la valeur recommandée de l'OMS de 15 µg/m^3, 90,4 % de la population belge vit dans une zone où la concentration moyenne annuelle de $PM_{2.5}$ dépasse la valeur recommandée par l'OMS de 5 µg/m^3 et 64,7 % dans une zone où la concentration moyenne annuelle de NO_2 dépasse la valeur recommandée par l'OMS de 10 µg/m^3. Pour l'ozone, l'ensemble de la population belge est exposée à des dépassements du seuil recommandé, c'est-à-dire aucun dépassement de la valeur de 100 µg/m^3 pour la moyenne sur 8h.

On peut conclure qu'en 2025, la qualité de l'air a été moins bonne qu'en 2024, que les concentrations

de $PM_{2.5}$, de PM_{10} et de NO_2 diminuent à long terme, et que les concentrations d'ozone augmentent. En moyenne, par maille de 4x4 km^2, les concentrations de particules fines et de dioxyde d'azote demeurent inférieures aux valeurs limites ou cibles européennes. Pour l'ozone, l' objectif à long terme n'est pas atteint. La majorité de la population reste exposée à des concentrations supérieures aux valeurs recommandées par l'OMS pour les PM_{10}, les $PM_{2.5}$, le NO_2 et l'ozone.

Tab. 1 : Indicateurs de la qualité de l'air en Belgique, 2025

Indicateur	min.	moy.	max.	Norme européenne	Valeur indicative OMS (2021)
PM_{10}					
Moyenne annuelle (µg/m^3)	6	13	22	40	15
Nombre de jours >50 µg/m^3	0	2	10	Max. 35 jours	
Nombre de jours >45 µg/m^3	0	3	15		Max. 3 jours
$PM_{2.5}$					
Moyenne annuelle (µg/m^3)	4	7	11	25	5
Ozone					
Nombre de jours >seuil d'information 180 µg/m^3		2			
Nombre de jours >seuil d'alerte 240 µg/m^3		0			
Nombre de jours avec max 8h >120 µg/m^3	5	11	26	OLT : 0 jours	3 jours avec max 8h >100 µg/m^3
Nombre de jours avec max 8h >120 µg/m^3 (moyenne 2023–2025)	6	11	21	OMT : 25 jours, moyenne sur 3 ans	
AOT60 ((µg/m^3).h)	336	911	2856	5800***	
AOT40 végétation ((µg/m^3).h)	7270	10581*	15909	OLT : 6000	
AOT40 végétation ((µg/m^3).h) (moyenne 2021–2025)	5931	9524*	13892	OMT : 18000 moyenne sur 5 ans	
AOT40 forêts ((µg/m^3).h)	11336	16264**	24880	Niveau critique : 10000***, niveau de référence : 20000***	
NO_2					
Moyenne annuelle (µg/m^3)	3	8	26	40	10
19e moyenne horaire la plus élevée (µg/m^3)	11	30	83	200	Moyenne horaire la plus élevée : 200

Dépassement de la norme européenne.
* Moyenne pondérée par la surface de végétation.
** Moyenne pondérée par la surface des forêts.
*** Pas dans la directive 2008/50/CE.

Valeur significativ. inférieure à la moyenne sur les 10 années précédentes
Valeur comparable à la moyenne sur les 10 années précédentes
Valeur significativ. supérieure à la moyenne sur les 10 années précédentes

TAB. 2 : Pourcentage de la population ou de la surface de végétation potentiellement exposée à des valeurs supérieures à la norme européenne ou aux valeurs indicatives de l'OMS en 2025, calculé avec RIO.

Indicateur	Norme européenne	% population exposée ou % de la surface avec dépassement de la norme pour la végétation	Valeur indicative OMS (2021)	Population exposée à un dépassement de la valeur OMS
PM_{10}				
Moyenne annuelle	40 µg/m^3	0 %	15 µg/m^3	62,6 %
Nombre de jours >50 µg/m^3	Max. 35 jours	0 %		
Nombre de jours >45 µg/m^3			Max. 3 jours	60,8 %
$PM_{2.5}$				
Moyenne annuelle	25 µg/m^3	0 %	5 µg/m^3	90,4 %
Ozone				
Nombre de jours avec max 8h >120 µg/m^3	OLT : 0 jours	100,0 %	3 jours avec max 8h journalière >100 µg/m^3	100,0 %
Nombre de jours avec max 8h >120 µg/m^3 (moyenne 2023–2025)	OMT : 25 jours moyenne sur 3 ans	0 %		
AOT60	5800* (µg/m^3).h	0 %		
AOT40 végétation	OLT : 6000 (µg/m^3).h	100,0 %		
AOT40 végétation (moyenne 2021–2025)	OMT : 18000 (µg/m^3).h moyenne sur 5 ans	0 %		
AOT40 forêts	Niveau critique : 10000* (µg/m^3).h	100,0 %		
AOT40 forêts	Niveau de référence : 20000* (µg/m^3).h	10,4 %		
NO_2				
Moyenne annuelle	40 µg/m^3	0 %	10 µg/m^3	64,7 %
Moyenne horaire >200 µg/m^3	Max. 18 heures	0 %	0 heure	0 %

* Pas dans la directive 2008/50/CE

	0 %
	>0 % et ≤ 50%
	>50 %

2 Introduction

Ce rapport donne un aperçu de la qualité de l'air en 2025 en Belgique. La qualité de l'air est déterminée par la combinaison de divers polluants mesurés dans les réseaux de surveillance des trois régions.

En Flandre, les réseaux de mesure sont gérés par la Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), en Wallonie par l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP) et l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) et à Bruxelles par Bruxelles Environnement. Les valeurs mesurées sont collectées par CELINE et stockées dans la base de données interrégionale.

Ce rapport décrit l'état de la qualité de l'air en Belgique en 2025 et l'évolution de celle-ci au cours des dernières années. Les polluants PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC, O_3 et NO_2 sont abordés. Afin de déterminer les concentrations de ces polluants dans les endroits où aucune mesure n'est effectuée, la technique d'interpolation RIO est utilisée.

ENCADRÉ 1 : méthode d'interpolation RIO

Ce rapport est basé sur une technique d'interpolation spatiale des mesures de qualité de l'air appelée RIO [6][8]. Cette technique permet de déterminer les concentrations et l'exposition de la population dans des endroits où aucune mesure n'est effectuée. Les techniques d'interpolation conventionnelles exigent que chaque emplacement de mesure soit représentatif de la même zone spatiale. Dans la pratique, cependant, ce n'est pas le cas pour la pollution atmosphérique. Les concentrations mesurées à proximité d'une source de pollution ne sont représentatives que d'une zone limitée autour de la source tandis que les concentrations mesurées dans une zone rurale seront généralement représentatives d'une zone plus large. La méthode RIO a été développée pour pallier ce problème.
La résolution spatiale de la technique d'interpolation RIO est de 4x4 km^2, il est donc possible de calculer la qualité de l'air pour chaque cellule de grille de 4x4 km^2 en Belgique, en interpolant les mesures des stations télémétriques disponibles.
Cette technique permet également de calculer l'incertitude par cellule de la grille de 4x4 km^2 pour chaque polluant. Les cartes d'incertitude ainsi qu'une explication plus détaillée sont disponibles en l'annexe D.

La technique d'interpolation RIO est utilisée pour déterminer les concentrations sur l'ensemble du territoire, ce rapport n'analyse pas les mesures enregistrées aux stations de mesure télémétriques. Pour cela, nous renvoyons le lecteur aux publications annuelles régionales sur la qualité de l'air et au rapportage annuel de la Belgique dans le cadre de la directive européenne 2008/50/EU. Dans le présent rapport, la version v2025 de RIO a été utilisée. Pour les résultats d'autres polluants, tels que le NO, le CO et les métaux lourds, nous renvoyons le lecteur également aux sites web et rapports régionaux.

Les rapports et les publications de la Flandre, la Wallonie et Bruxelles sont disponibles sur les sites web régionaux : www.vmm.be[1], www.wallonair.be[2] et www.environnement.brussels[3].

L'exposition de la population à un polluant peut être calculée en corrélant la concentration de ce polluant dans une maille RIO avec la densité de population dans cette même maille (voir figure 1). L'exposition de la population présentée dans ce rapport est une exposition « statique », calculée sur base des chiffres de population dans chaque cellule de la grille RIO. Cela signifie que l'exposition est estimée sur base des données des lieux de résidence de la population et que l'on ne tient donc pas compte des déplacements. Bien que la résolution spatiale de l'interpolation RIO soit relativement élevée, les résultats génèrent inévitablement une incertitude concernant la population réellement exposée. Dans une cellule de 4x4 km^2, on suppose que toutes les personnes qui y résident sont exposées à une même concentration homogène. Pour des cartographies à plus haute résolution de la pollution, nous renvoyons le lecteur vers les cartes ATMO-Street ou RIO-IFDM sur le site web d'IRCEL – CELINE : NO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC et O_3.

Les calculs des différents indicateurs et les analyses des tendances ont été effectués à l'aide du logiciel « OpenAir » [5], développé pour le logiciel de statistique R [10]. Les cartes de ce rapport annuel ont été créées avec le logiciel de système d'information géographique QGIS [9]. La mise en page du document a été réalisée avec LaTeX.

[1] Hoe evolueert de luchtkwaliteit in Vlaanderen
[2] Rapports annuels des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie
[3] Rapport annuel 2025 de la qualité de l'air en région de Bruxelles-Capitale

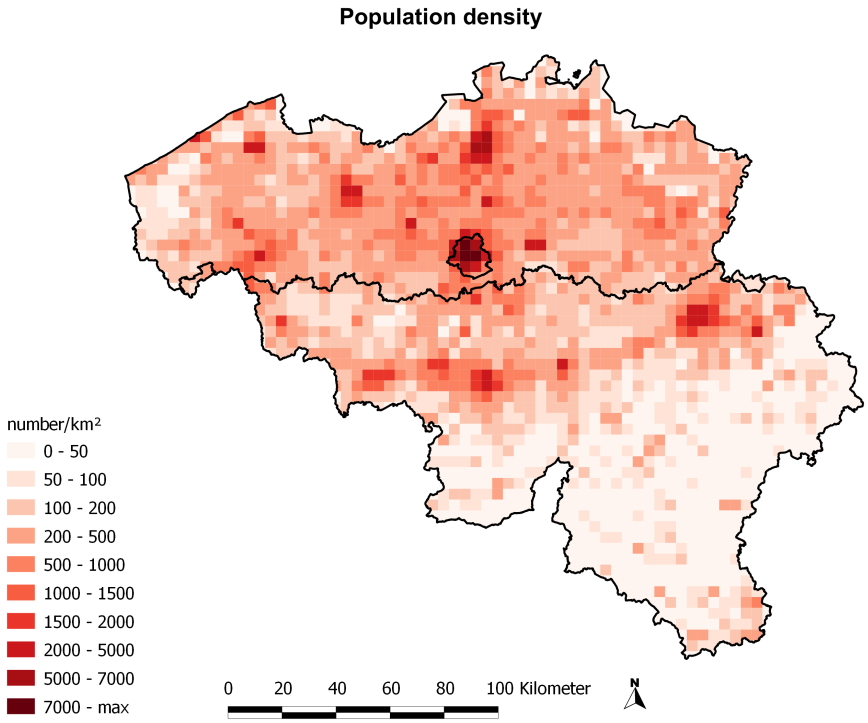

FIG. 1 : Densité de la population par cellule de la grille RIO (source : chiffres de la population, Statbel)

3 Législation et recommandations sanitaires

3.1 Directive européenne

La directive 2008/50/CE du parlement européen et du conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air et un air pur pour l'Europe constitue la principale base juridique des normes de qualité de l'air [3]. Cette directive impose des obligations d'évaluation de la qualité de l'air en Europe, de lutte contre la pollution et les nuisances, de collecte et diffusion des informations précises, et de préserver une bonne qualité de l'air et l'améliorer dans d'autres cas.

À cette fin, la directive contient des **valeurs limites**, des **valeurs cibles**, des **seuils d'information** et des **seuils d'alerte**. Les valeurs limites et cibles sont indiquées dans les tableaux 1 et 2, les seuils d'information et d'alerte dans le tableau 3.

- Les *valeurs limites* sont des niveaux qui doivent être atteints dans un délai donné et, une fois atteints, ne doivent pas être dépassés.
- Les *valeurs cibles* sont des niveaux à atteindre « autant que possible » dans un délai prédéfini.
- Les *seuils d'information* sont des niveaux au-dessus desquels une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de groupes particulièrement vulnérables de la population et pour lesquels une information immédiate et adéquate est nécessaire.
- Les *seuils d'alerte* sont des niveaux au-dessus desquels une brève exposition présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population et à partir desquels des mesures immédiates doivent être prises par les États membres.

Une révision des normes de qualité de l'air a été publiée le 20 novembre 2024 avec la directive (UE) 2024/2881 [4], elle doit être transposée dans la législation belge pour le 11 décembre 2026 et les nouvelles normes doivent être respectées au plus tard le 1er janvier 2030. La directive (UE) 2024/2881 remplace les directives 2008/50/CE et 2004/107/CE. Lorsque cela est pertinent, les normes futures pour 2030 sont ajoutées aux figures présentées dans ce rapport.

Tab. 3 : Liste des seuils d'information et d'alerte horaires moyens selon la directive 2008/50/CE.

Polluant	Seuil d'information	Seuil d'alerte
SO_2		500 µg/m^3
NO_2		400 µg/m^3
O_3	180 µg/m^3	240 µg/m^3

3.2 Organisation mondiale de la Santé

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a établi son propre ensemble de **valeurs indicatives** de la qualité de l'air. Les valeurs indicatives de l'OMS quantifient les concentrations pour lesquelles il existe un risque significatif pour la santé publique. En septembre 2021, ces valeurs ont été actualisées sur la base de résultats scientifiques plus récents et ont été considérablement renforcées [14]. Dans ce rapport, ces valeurs indicatives sont ajoutées aux figures et tableaux le cas échéant. Le tableau 4 donne les valeurs indicatives actuelles.

Ces valeurs de l'OMS sont plus strictes que les valeurs limites et les valeurs cibles de l'UE. Les normes de l'UE prennent en compte la santé publique ainsi que l'impact économique pour atteindre ces objectifs.

Tab. 4 : Liste des valeurs indicatives de la qualité de l'air de l'Organisation mondiale de Santé

Polluant	Période de calcul de la moyenne	Nombre max. de dépassements autorisés	Valeur(2021)
PM_{10}	1 jour	3	45 µg/m^3
	1 année		15 µg/m^3
$PM_{2.5}$	1 jour	3	15 µg/m^3
	1 année		5 µg/m^3
NO_2	1 heure	0	200 µg/m^3
	1 jour	3	25 µg/m^3
	1 année		10 µg/m^3
O_3	8 heures *	3	100 µg/m^3
	6 mois **		60 µg/m^3
SO_2	10 minutes		500 µg/m^3
	1 jour	0	40 µg/m^3

* Maximum journalier de la moyenne sur huit heures
** Moyenne de la concentration moyenne en O_3 maximale sur 8 heures et six mois consécutifs, avec la plus forte concentration en O_3 des moyennes glissantes sur six mois.

4 Épisodes de pollution

Les concentrations de polluants atmosphériques dans l'air ambiant varient au cours du temps en raison de plusieurs facteurs. Tout d'abord, les concentrations dépendent de la pollution émise par les sources anthropiques ou naturelles. Ensuite, les polluants peuvent être formés ou détruits par différentes réactions physico-chimiques dans l'atmosphère, peuvent retomber au sol par les processus de dépôts sec et humide ou peuvent être transportés sur de grandes distances par le vent. Si les polluants atmosphériques proviennent de régions transfrontalières, on parle de phénomène d'importation de polluants. Les paramètres météorologiques, tels que la pression, la température, la vitesse et la direction du vent, ou les précipitations, constituent des facteurs très importants qui influencent les niveaux de concentration des polluants dans l'air.

Lorsque les concentrations de polluants atmosphériques dans l'air sont trop élevées, un « smog » se forme. On distingue les smogs hivernal, printanier et estival.

Un accroissement de la pollution de l'air par les particules fines et le dioxyde d'azote pendant l'hiver (**smog hivernal**) se produit généralement dans des conditions météorologiques stables, avec peu de vent et en présence d'une inversion de température. Les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique sont alors défavorables. Une inversion de température à basse altitude entraine le fait que la pollution atmosphérique (causée par les émissions et/ou les importations) reste au sol, en quelque sorte « piégée » sous la couche d'air plus chaude située au-dessus. Si une telle situation perdure pendant plusieurs jours, la pollution atmosphérique peut s'accumuler et les concentrations de polluants atmosphériques augmentent progressivement.

Des concentrations accrues de particules fines peuvent également être la conséquence d'une soudaine augmentation de particules fines dites secondaires. Au contraire des particules primaires, directement émises dans l'atmosphère, les particules secondaires sont formées à la suite de réactions physico-chimiques complexes au sein de celle-ci. Des analyses chimiques des particules fines révèlent d'ailleurs que les sels secondaires inorganiques (par exemple ammonium, nitrate et sulfate) contribuent pour 30 à 40 % à la masse totale des particules fines [12][13]. Un composé-clé dans la formation de particules secondaires est l'ammoniac. De fortes concentrations de particules secondaires apparaissent ainsi souvent au printemps (**smog printanier**), lors des épandages de fertilisants agricoles qui sont à l'origine d'une augmentation des émissions d'ammoniac.

Les épisodes d'ozone (**smog estival**) se produisent principalement les jours d'été chauds, ensoleillés (> 25 °C) et avec peu de vent. De telles conditions météorologiques sont de nature à favoriser la formation photochimique d'ozone.

Un épisode de smog n'est cependant jamais exclusivement attribué à une seule cause. De fortes concentrations dans l'air sont toujours la conséquence d'une combinaison des facteurs décrits ci-dessus (météo, importation, formation secondaire), même si la pondération relative de ces différentes causes varie en effet d'une situation à l'autre.

4.1 Smog hivernal et printanier

Depuis 2006, il existe un seuil d'*alerte* qui est activé lorsqu'il est prévu que les concentrations journalières moyennes en PM_{10} dépasseront 70 µg/m^3 pendant deux jours consécutifs. À partir du 01/11/2016, il a été complété par un seuil d'*information*. Le seuil d'information est activé lorsque la moyenne glissante 24h en PM_{10} est supérieure à 50 µg/m^3 en moyenne et qu'elle devrait rester supérieure à ce seuil pendant au moins les 24h suivantes. En 2019, un nouveau polluant a été introduit, les $PM_{2.5}$ avec des seuils d'information et d'alerte de respectivement 35 et 50 µg/m^3.

En 2025, la *phase d'information* a été activée à six reprises, soit le nombre le plus élevé depuis son adoption en 2016. La *phase d'alerte* n'a pas été activée. Le premier épisode s'est déroulé du 20 au 21 janvier inclus, et le dernier du 25 au 26 mars inclus. La phase d'information n'a donc pas été activée durant les mois d'hiver d'octobre à décembre. À quatre reprises, la phase d'information a duré deux jours, tandis qu'à deux reprises elle a duré trois jours : du mardi 4 mars au jeudi 6 mars et du lundi 10 mars au mercredi 12 mars. Dans les figures 2 et 3, les concentrations moyennes journalières du 10 février 2025 sont présentées à titre illustratif, respectivement pour les PM_{10} et les $PM_{2.5}$.

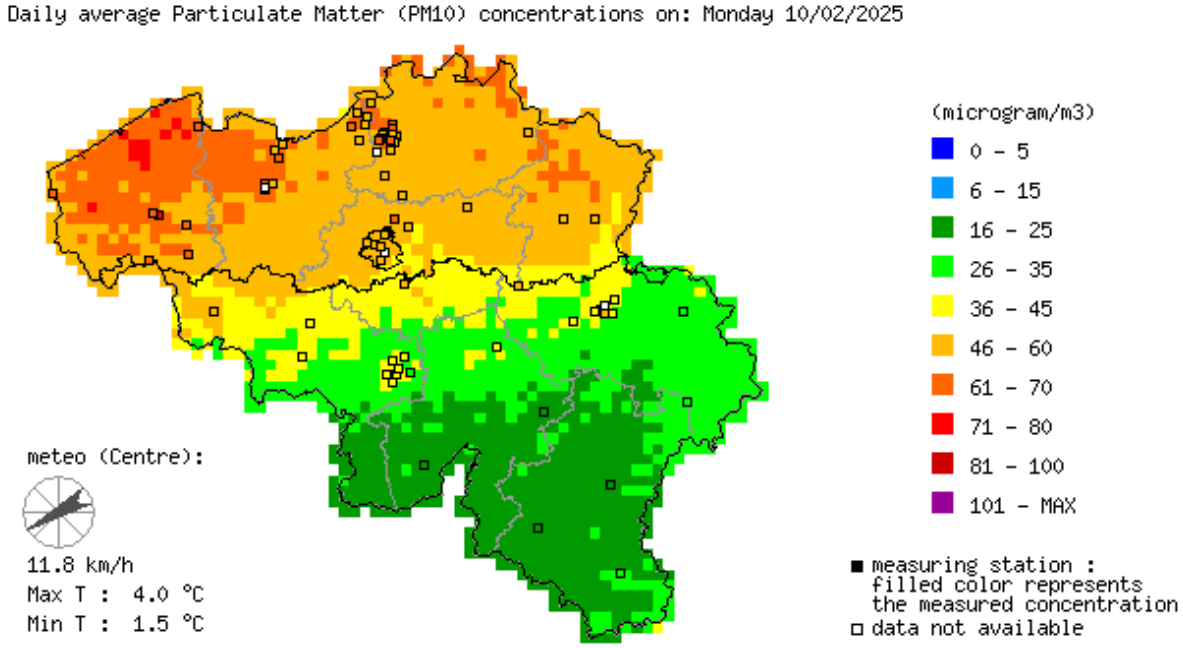

FIG. 2 : Moyenne journalière des concentrations de PM_{10} pour la journée du 10 février 2025.

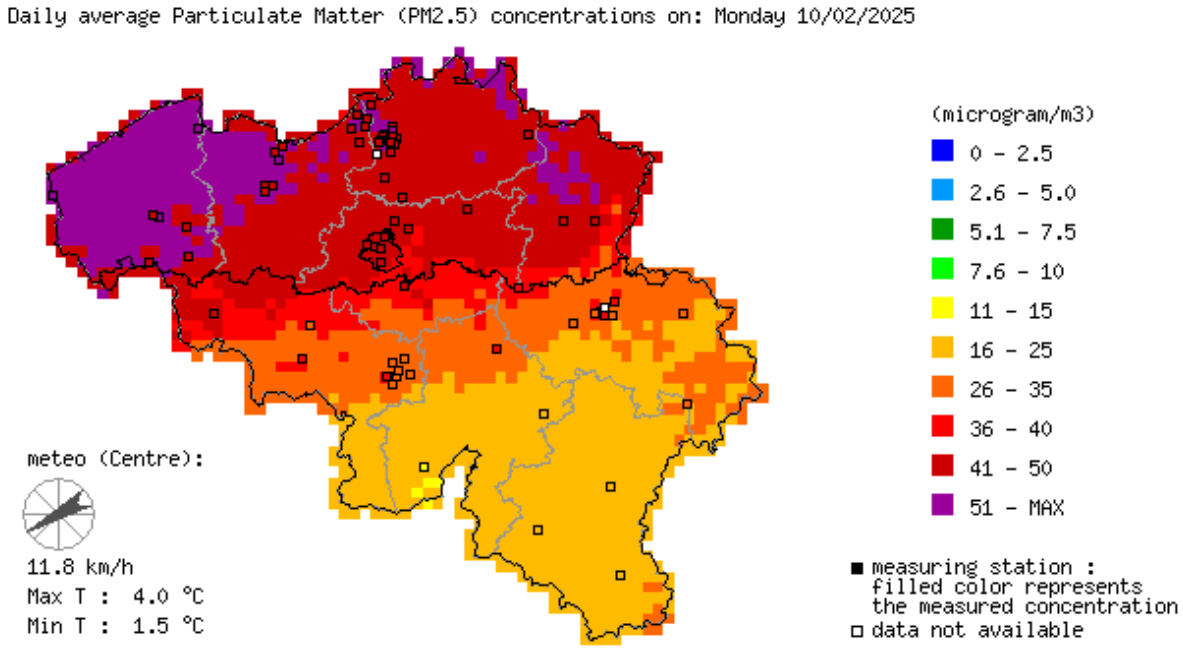

FIG. 3 : Moyenne journalière des concentrations de $PM_{2.5}$ pour la journée du 10 février 2025.

4.2 Smog estival

L'été 2025 a été très sec et chaud. Le seuil d'information d'ozone de 180 µg/m^3 a été dépassé 2 jours : le 13 juin et le 2 juillet. Le seuil d'alerte européen de 240 µg/m^3 n'a pas été atteint en 2025.

Le 13 juin, le seuil d'information a été dépassé à Hasselt, avec une concentration horaire maximale de 184 µg/m^3. Le 2 juillet, le seuil d'information a été dépassé à Aarschot et à Uccle, avec des valeurs horaires maximales de respectivement 190 µg/m^3 et 186 µg/m^3. La figure 4 présente la carte de la Belgique avec les concentrations horaires maximales observées le mercredi 2 juillet. En Wallonie, le seuil d'information n'a pas été dépassé en 2025.

Le nombre de jours d'ozone en 2025 (2) est identique à celui de 2024 (2) et inférieur à celui de 2023 (4) et de 2022 (7). Pour la première fois, aucun jour d'ozone n'avait été enregistré en 2021. La figure 5 reprend l'évolution du nombre de jours d'ozone depuis 1999, la tendance à long terme montre une diminution du nombre de jours d'ozone.

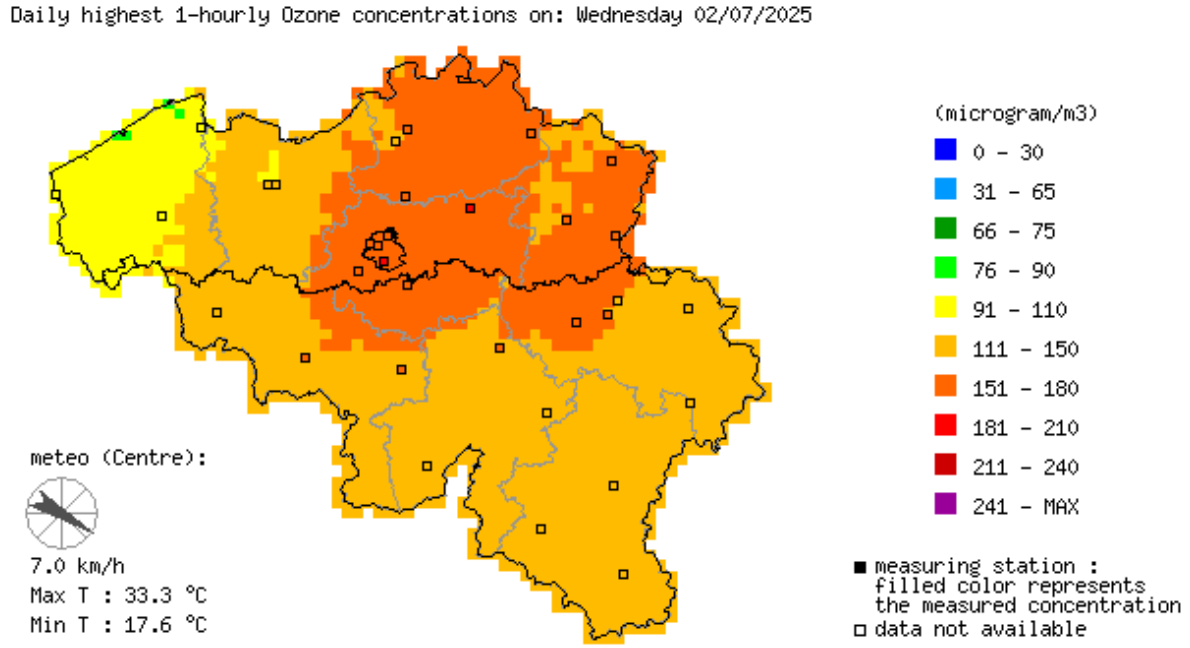

Fig. 4 : Concentrations d'ozone horaires maximales du mercredi 2 juillet 2025.

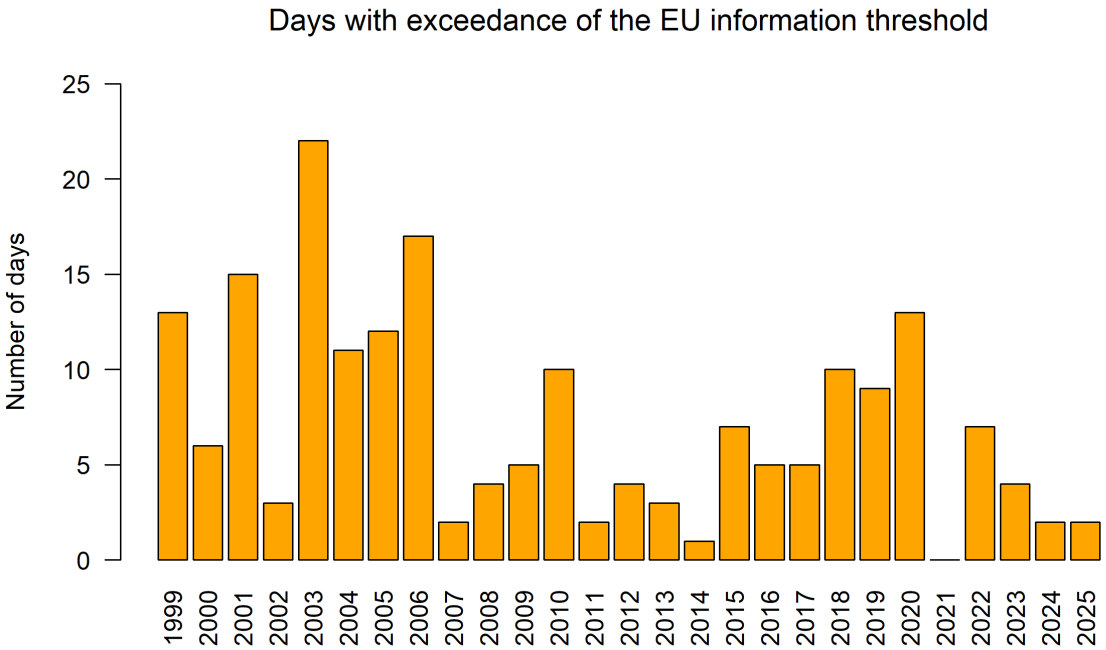

FIG. 5 : Évolution du nombre de jours d'ozone depuis 1999.

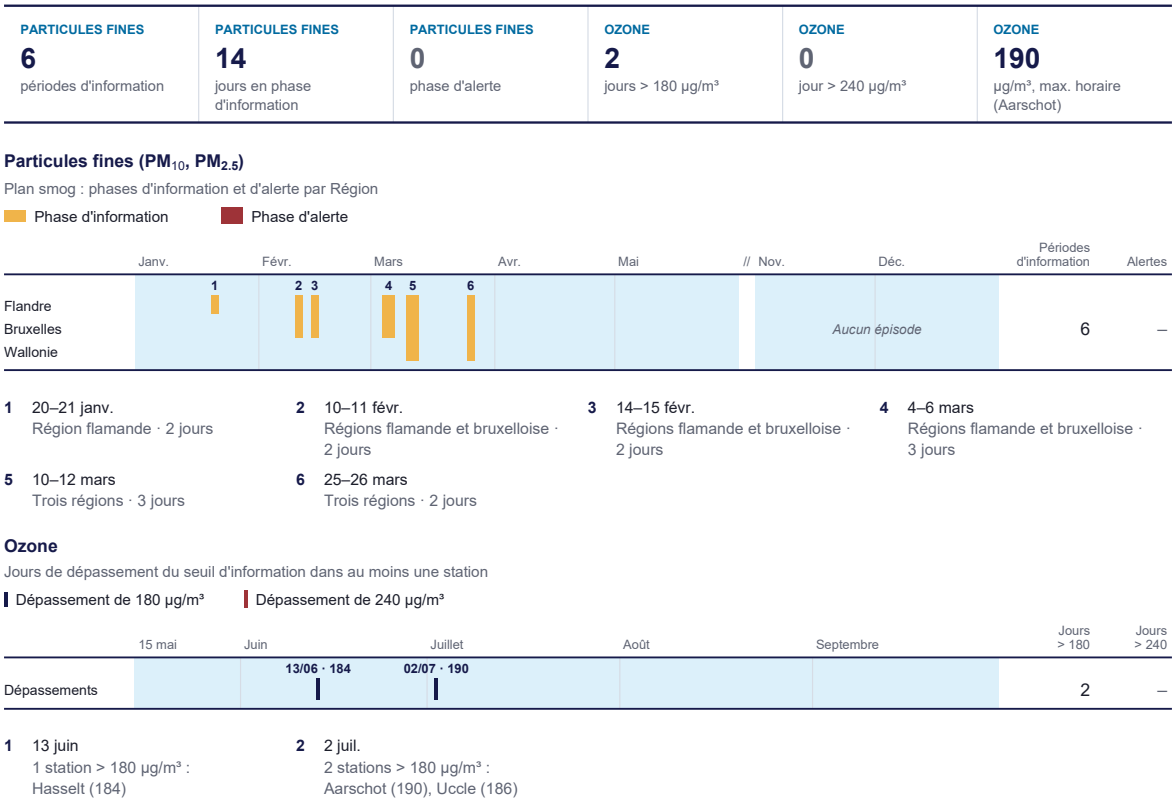

FIG. 6 : Vue d'ensemble des activations des phases d'information et d'alerte pour les particules fines ainsi que des dépassements des seuils européens d'ozone en 2025.

5 Particules fines

Les particules fines regroupent toutes les particules solides et liquides en suspension dans l'atmosphère. Nous distinguons dans ce rapport trois catégories : PM_{10}, $PM_{2.5}$ et BC.

PM signifie « particulate matter » ou « matières particulaires », et l'indice définit la taille des particules. La fraction PM_{10} est constituée des particules ayant les mêmes propriétés qu'une particule sphérique d'un diamètre de 10 micromètres (µm) ou moins. Les $PM_{2.5}$ désignent la fraction de particules qui ont le même comportement dans l'atmosphère qu'une particule sphérique ayant un diamètre de 2,5 micromètres ou moins. Il découle de cette définition que $PM_{2.5}$ est un sous-ensemble de PM_{10}, toute particule de la catégorie $PM_{2.5}$ fait partie de la catégorie PM_{10}.
Une troisième catégorie, le BC ou « black carbon » ou encore « carbone noir », fait à son tour partie des $PM_{2.5}$. Le BC se forme généralement lors d'une combustion incomplète et est le composant principal de la suie.

Les particules peuvent être émises dans l'atmosphère par des sources naturelles, comme les particules de sel marin ou la poussière du sol emportée par le vent, ou par des sources anthropiques, comme par exemple le transport, l'industrie, l'agriculture et le chauffage des bâtiments. Les particules peuvent être émises directement par ces sources (particules primaires) ou se former dans l'atmosphère suite à la transformation physico-chimique de composés gazeux en particules (particules secondaires). Les particules fines se dispersent sur de longues distances, elles sont donc aisément exportées vers ou importées des pays voisins.

Les principaux effets sanitaires de la pollution atmosphérique sont imputables aux particules fines. Selon l'OMS, il n'existe pas de seuil de concentration pour les particules fines en dessous duquel on ne constate aucun impact sur la santé.

5.1 PM_{10}

5.1.1 Stations de mesure PM_{10}

En 2025, les concentrations de PM_{10} ont été mesurées dans 85 stations, ce qui représente une légère diminution après le pic de 88 stations en 2024, voir figure 7. Un plus grand nombre de stations de mesure permet de réduire l'incertitude des valeurs interpolées discutées dans ce chapitre.

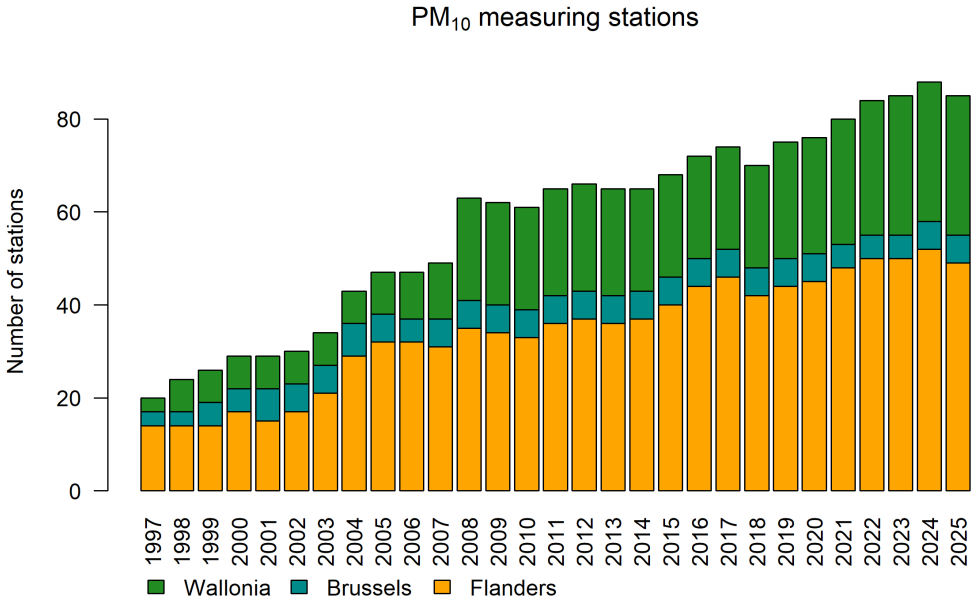

FIG. 7 : Evolution du nombre de stations de mesure de PM_{10} en Belgique.

5.1.2 Concentrations moyennes annuelles de PM_{10}

La figure 8 montre les concentrations moyennes annuelles de PM_{10} par maille de 4x4 km^2. Les concentrations les plus élevées, de 16 à 22 $\mu g/m^3$, sont situées dans le nord de la Flandre. Les concentrations sont les plus faibles dans le sud du pays, à l'exception des zones urbaines autour de Tournai, Mons, Charleroi, Namur et Liège. L'annexe D présente l'incertitude de la méthode d'interpolation relative à la carte des concentrations moyennes annuelles.

La Figure 9 présente par le biais de diagrammes en boîtes (« boxplot ») l'évolution du minimum, du 25e centile (P25), de la médiane (P50), du 75e centile (P75), de la moyenne et du maximum des concentrations moyennes annuelles de PM_{10} en Belgique entre 1997 et 2025. La valeur limite européenne est de 40 $\mu g/m^3$ pour la concentration moyenne annuelle. Cette valeur limite n'a été dépassée nulle part en Belgique en 2025. La valeur recommandée par l'OMS est de 15 $\mu g/m^3$, en 2025 cette valeur a été dépassée sur 38 % du territoire.

En 2025, la concentration moyenne annuelle belge en PM_{10} s'élève à 12,6 $\mu g/m^3$. Elle s'élève à 16,1 $\mu g/m^3$ à Bruxelles, en Flandre à 16,4 $\mu g/m^3$, et en Wallonie à 9,6 $\mu g/m^3$. La concentration moyenne annuelle pondérée par la population est supérieure à la moyenne arithmétique, car les concentrations moyennes annuelles sont plus élevées dans les zones à forte densité de population. En 2025, cette moyenne est de 15,5 $\mu g/m^3$ pour la Belgique.

En 2025, personne en Belgique n'a été exposé à des concentrations moyennes annuelles supérieures à la norme européenne de 40 $\mu g/m^3$ (figure 10). L'exposition de la population à des concentrations élevées a clairement diminué au cours des dernières décennies. En 2025, l'exposition a toutefois de nouveau été plus élevée qu'en 2024. En 2025, 63 % de la population a été exposée à des concentrations de PM_{10} supérieures à la valeur guide de l'OMS (15 $\mu g/m^3$), contre seulement 24 % en 2024. Cette hausse est sans aucun doute liée aux conditions défavorables les 4 premiers mois de 2025.

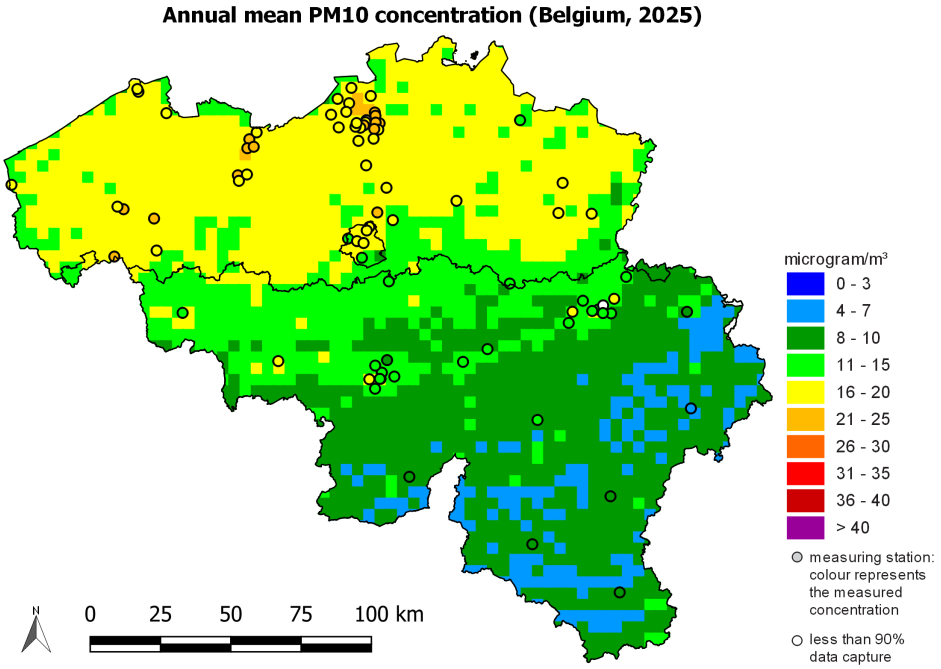

FIG. 8 : Distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle de PM_{10} en Belgique en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

5.1.3 Concentrations moyennes journalières de PM_{10}

La valeur limite européenne pour la protection de la population lors d'une exposition de courte durée aux PM_{10} est de 50 µg/m^3 en moyenne journalière. Ce seuil ne peut être dépassé plus de 35 jours par an. La figure 11 montre le nombre de jours de dépassement de cette limite journalière sur base des valeurs moyennes par cellule de 4x4 km^2. Le seuil européen n'a été dépassé nulle part. Le maximum est de 10 dépassements en 2025, ce qui est une nette augmentation par rapport à 2023 et 2024. Les fluctuations entre les différentes années peuvent être dues, entre autres, aux conditions météorologiques. À long terme, on constate une tendance à la baisse du nombre de jours de dépassement en Belgique depuis 1997, ce qui indique que la réduction observée des émissions de particules primaires et de précurseurs de particules secondaires a un effet favorable sur le nombre de jours de dépassement. La valeur indicative de l'OMS est de 45 µg/m^3 en moyenne journalière pour les PM_{10} avec un maximum de 3 dépassements par an. La figure 12 montre l'évolution des dépassements de cette limite de l'OMS. En 2025, plus de trois dépassements de cette valeur guide de l'OMS ont été estimés pour 37 % du territoire. L'exposition de la population est calculée sur base de la densité de population présente dans les mailles de la grille (voir figure 14 pour les dépassements du seuil de l'UE et figure 15 pour les dépassements du seuil de l'OMS). Là encore, il apparaît clairement que, malgré la tendance favorable à long terme, l'exposition en 2025 était plus élevée qu'en 2024 et 2023.

La figure 13 présente la distribution spatiale du nombre de dépassements du seuil journalier en Belgique. En 2025, le nombre de jours avec une concentration moyenne supérieure à 50 µg/m^3 était 0 sur la quasi-totalité du territoire situé au sud du sillon Sambre-et-Meuse. Une grande partie de la Flandre a connu quatre jours de dépassement ou plus, le maximum observé en 2025 étant de dix jours.

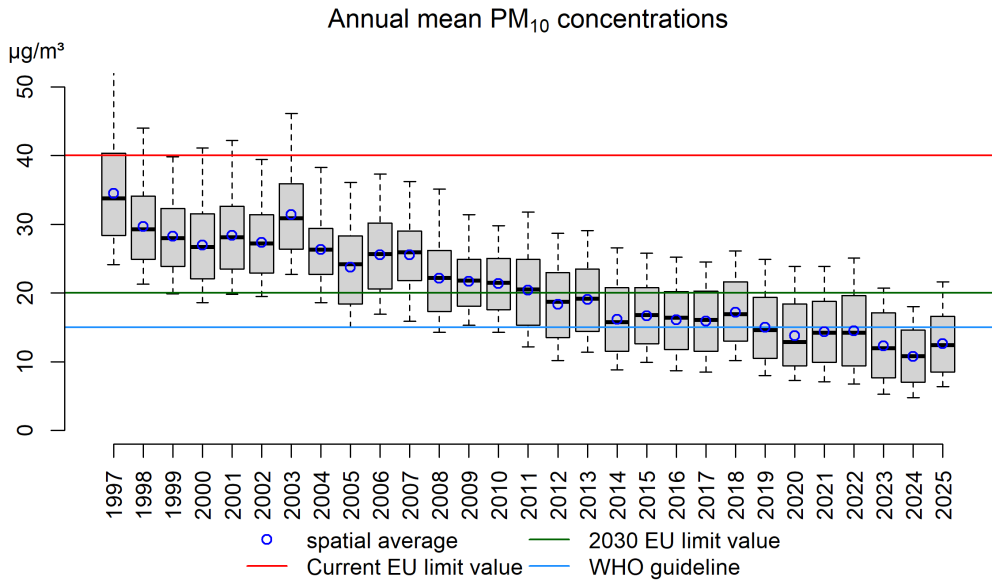

FIG. 9 : Diagramme en boîte des concentrations moyennes annuelles de PM_{10} ($\mu g/m^3$) sur la période 1997–2025 en Belgique. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO. Pour l'interprétation des diagrammes en boîte, voir l'annexe C.

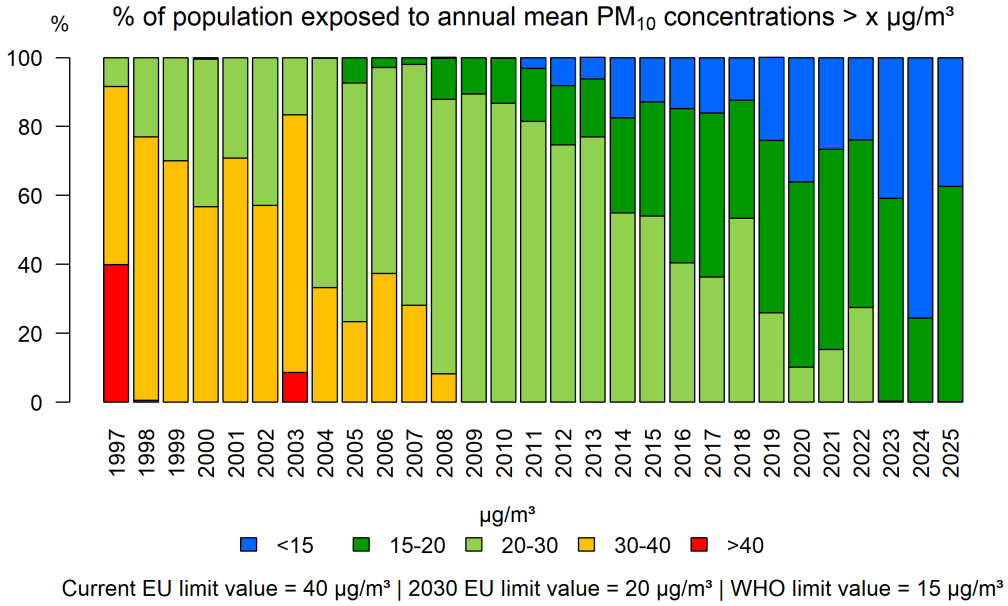

FIG. 10 : Evolution de l'exposition de la population aux concentrations moyennes annuelles de PM_{10}, calculée sur base de la technique d'interpolation RIO.

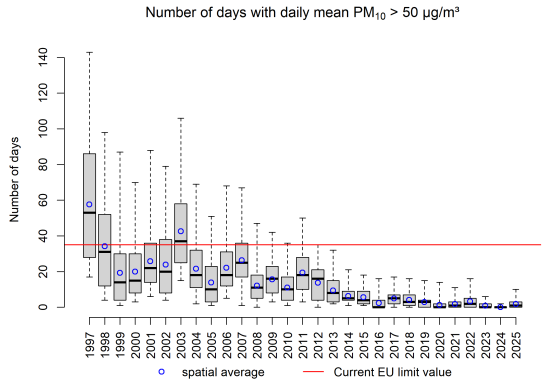

FIG. 11 : Diagramme en boîte du nombre de jours par an où les concentrations moyennes journalières de PM_{10} ont été supérieures à 50 µg/m^3. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

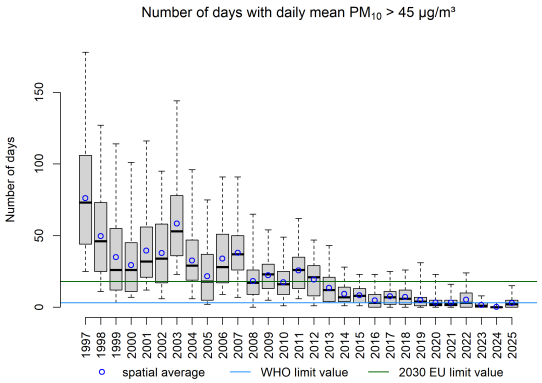

FIG. 12 : Diagramme en boîte du nombre de jours par an où les concentrations moyennes journalières de PM_{10} ont été supérieures à 45 µg/m^3. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

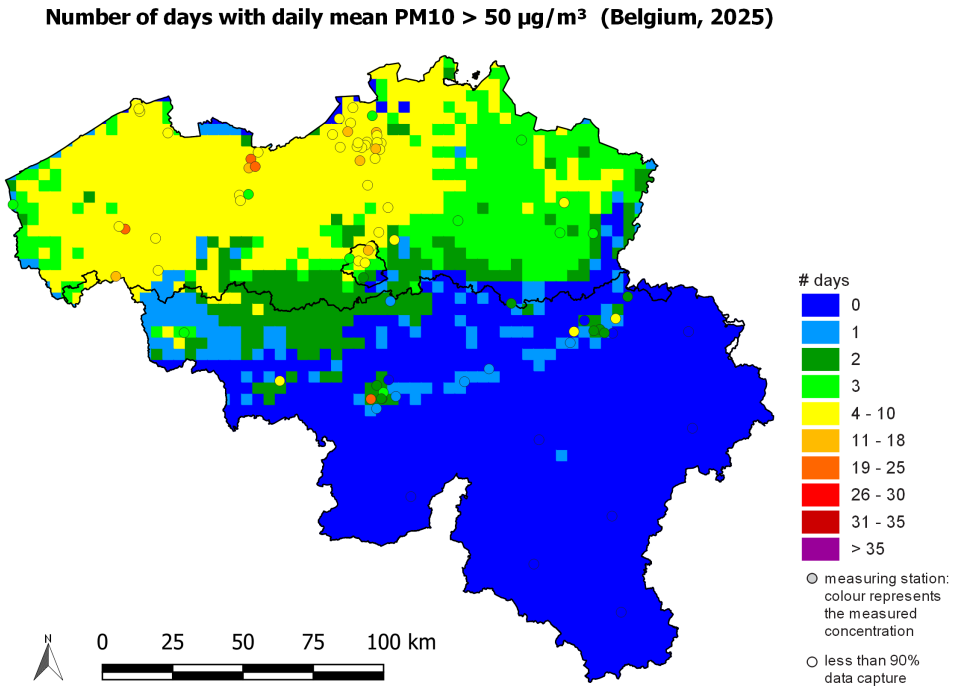

FIG. 13 : Distribution spatiale du nombre de jours en 2025 où la concentration moyenne journalière de PM_{10} a dépassé 50 µg/m^3 en Belgique. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

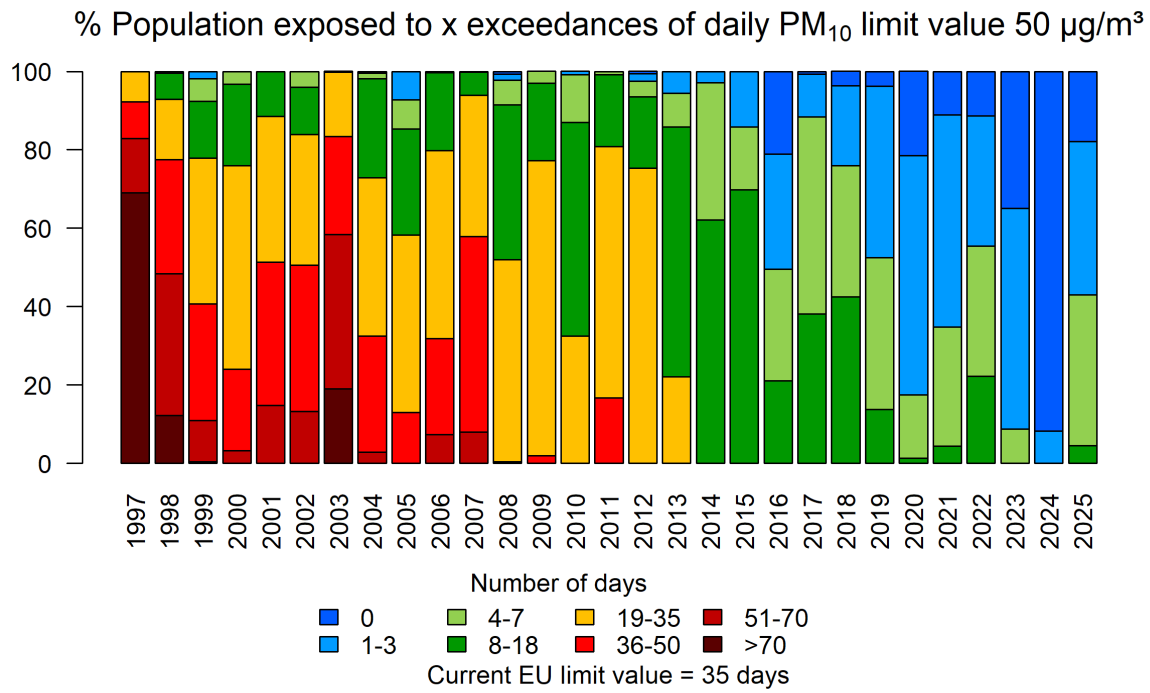

FIG. 14 : Evolution de l'exposition de la population à des jours de concentration moyenne journalière de PM_{10} supérieure à 50 µg/m^3. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

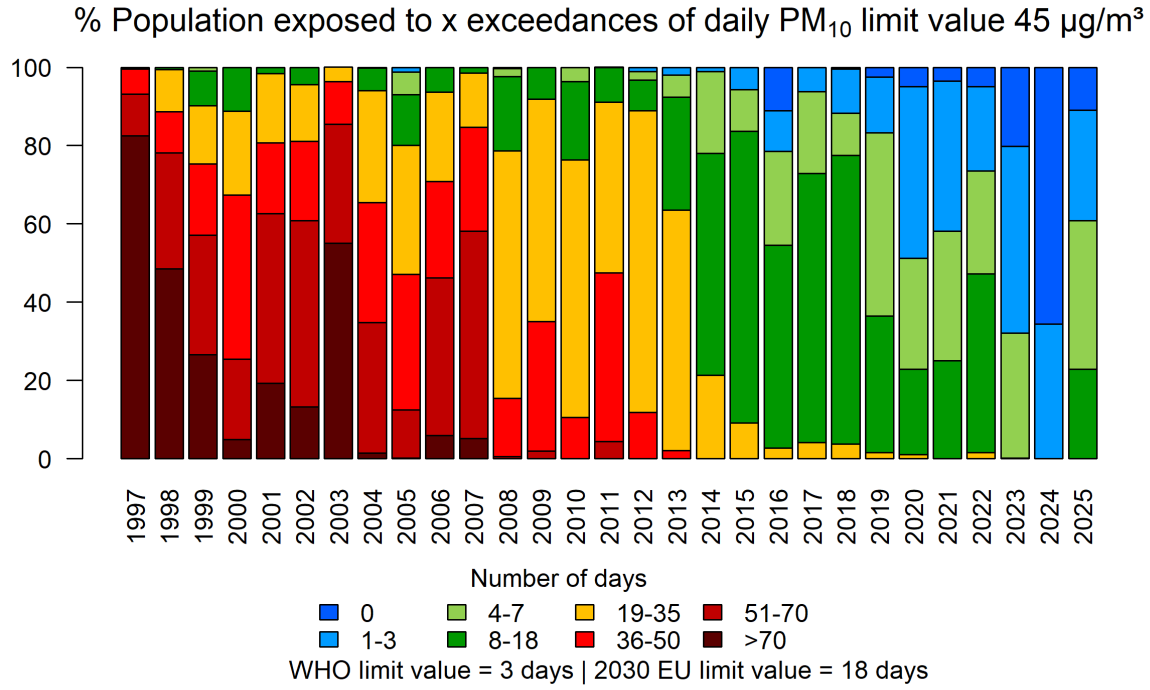

FIG. 15 : Evolution de l'exposition de la population à des jours de concentration moyenne journalière de PM_{10} supérieure à 45 µg/m^3. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

5.2 $PM_{2.5}$

5.2.1 Stations de mesure $PM_{2.5}$

En 2025, les concentrations de $PM_{2.5}$ ont été mesurées dans 85 stations, ce qui représente une légère diminution après le pic de 88 stations en 2024, voir figure 16. Un plus grand nombre de stations de mesure permet de réduire l'incertitude des valeurs interpolées discutées dans ce chapitre.

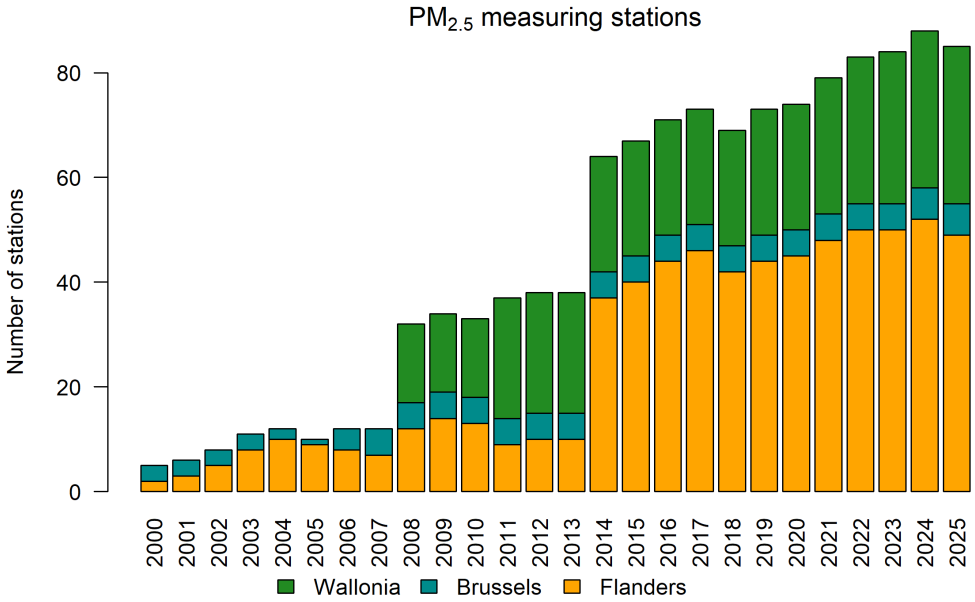

FIG. 16 : Evolution du nombre de stations de mesure de $PM_{2.5}$ en Belgique.

5.2.2 Concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$

La figure 17 présente les concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$ en Belgique. Il existe un gradient nord-sud marqué, les concentrations étant les plus élevées en Flandre, plus basses en Wallonie au nord du Sillon Sambre-et-Meuse, et les plus faibles dans le sud du pays.

Les valeurs de la figure 17 peuvent également être représentées par des diagrammes en boîte. La figure 18 présente le minimum, la moyenne, la médiane et le maximum des concentrations sur base des valeurs interpolées pour la période 2005–2025. La valeur limite européenne actuellement en vigueur est de 25 µg/m^3 en concentration moyenne annuelle. Elle n'a été dépassée nulle part en 2025. La valeur conseillée par l'OMS est de 5 µg/m^3, en 2025 cette valeur a été dépassée sur 67 % du territoire.

En 2025, la concentration spatiale moyenne annuelle de $PM_{2.5}$ s'élève à 6,9 µg/m^3 en Belgique. Cette concentration moyenne annuelle atteint 8,3 µg/m^3 à Bruxelles, 9,0 µg/m^3 en Flandre, et 5,2 µg/m^3 en Wallonie. La concentration moyenne annuelle pondérée en fonction de la population est toujours supérieure à la moyenne arithmétique, elle est de 8,3 µg/m^3 pour tout le territoire belge.

En 2025, la population belge n'a pas été exposée à des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$ supérieures à la valeur limite européenne de 25 µg/m^3. Cependant, 90 % de la population a été exposée à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS de 5 µg/m^3 (figure 19).

5.2.3 Indicateur d'exposition moyenne

Afin de réduire l'exposition de la population aux $PM_{2.5}$, la directive européenne 2008/50/CE prévoit un indicateur supplémentaire : l'« indice d'exposition moyen » (IEM). L'IEM est une valeur cible nationale, il correspond aux concentrations de $PM_{2.5}$ mesurées dans les stations de fond urbain moyennées sur une

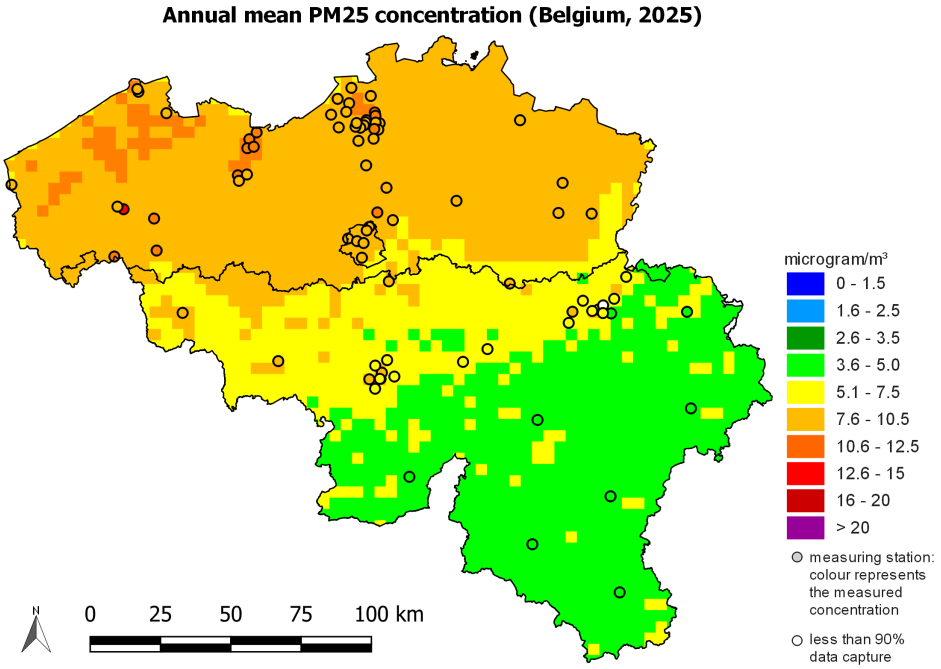

FIG. 17 : Distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle de $PM_{2.5}$ en Belgique en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

période de trois ans. La directive européenne définit un objectif de réduction de l'IEM pour 2020 en fonction de la valeur calculée pour la période de départ (années 2009, 2010 et 2011 pour la Belgique). En 2020, l'IEM devait atteindre 15,2 µg/m^3, aucun objectif n'a été fixé au-delà de 2020 dans la directive.

L'IEM moyen pour les années 2023, 2024 et 2025 est de 8,1 µg/m^3 (voir tableau 5) et donc en-dessous de l'objectif fixé pour 2020.

TAB. 5 : Liste des concentrations de $PM_{2.5}$ pour 2023, 2024 et 2025 par station de mesure de la pollution de fond urbaine qui ont été reprises dans le calcul de l'indicateur d'exposition moyenne ou IEM.

Nom de la station	2023	2024	2025
MOLENBEEK-SAINT-JEAN	9,64	8,44	9,30
UCCLE	8,54	6,99	7,69
LIEGE	6,45	5,48	5,41
CHARLEROI	6,62	6,31	6,72
BRUGGE	8,45	–	–
GENT	9,41	8,95	10,89
ANTWERPEN	9,32	9,25	10,09
SCHOTEN	8,58	–	–
Moyenne	**8,38**	**7,57**	**8,35**
Moyenne 2023–2025		8,10	
IEM		**8,1**	

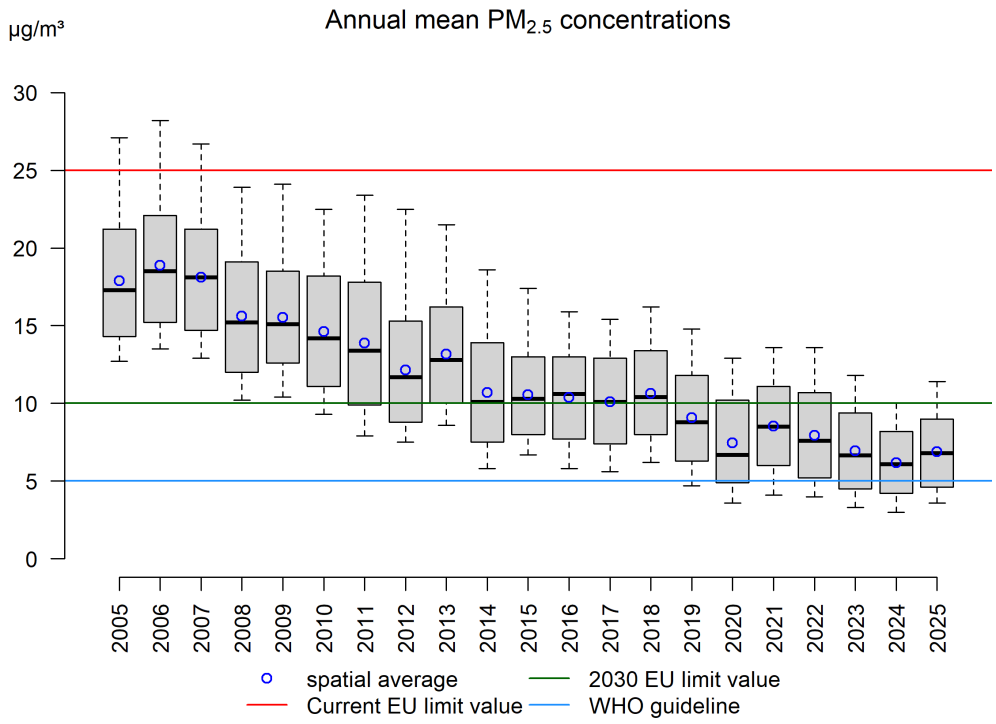

FIG. 18 : Diagramme en boîtes des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) sur la période 2005–2025. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO. Pour l'interprétation des diagrammes en boîte, voir l'annexe C.

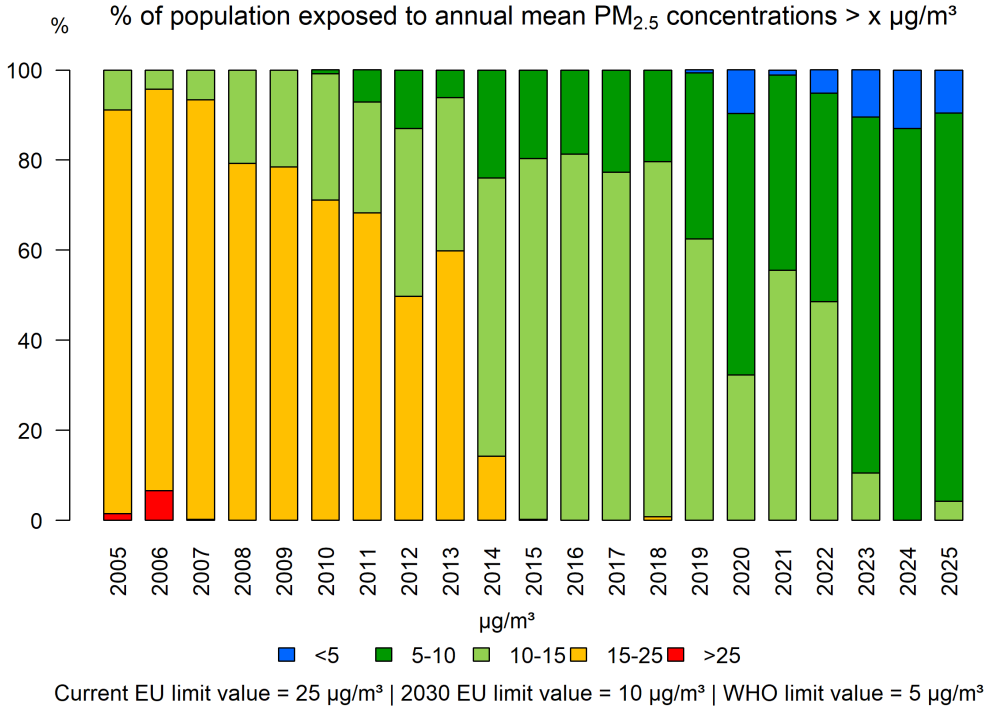

FIG. 19 : Évolution de l'exposition de la population aux concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$, calculée sur base de la technique d'interpolation RIO.

5.3 Black Carbon (BC)

5.3.1 Stations de mesures BC

Les mesures de BC ont débuté dans les réseaux télémétriques en 2007 en Flandre, en 2009 à Bruxelles et en 2011 en Wallonie (figure 20). Depuis lors, le nombre de stations a augmenté pour atteindre un maximum de 43 en 2023. En 2025, des mesures ont été effectuées dans 36 stations, dont 22 en Flandre, 2 à Bruxelles et 12 en Wallonie.

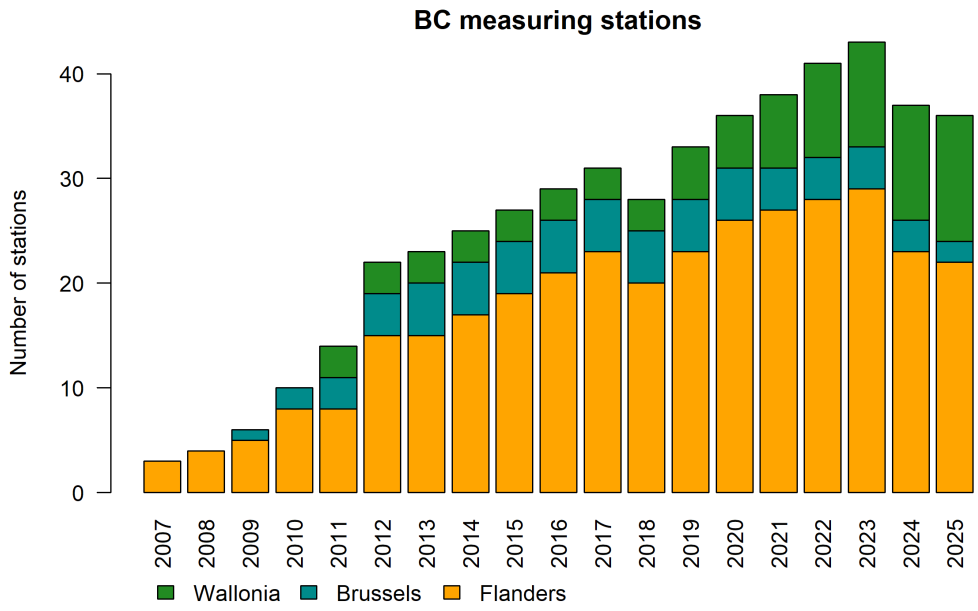

FIG. 20 : Evolution du nombre de stations de mesure du BC en Belgique.

5.3.2 Concentrations moyennes annuelles en BC

Le BC est un polluant principalement lié à la combustion incomplète des carburants fossiles, des biocarburants ou de la biomasse. Les concentrations les plus élevées sont donc observées dans les zones où le trafic est intense et aux endroits où la combustion de biomasse est importante. Actuellement, il n'existe pas de valeur limite ou cible pour le BC. La figure 21 reprend la distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle en BC en Belgique pour 2025. Il faut souligner que d'une part, le nombre de stations de mesure du carbone noir est actuellement faible par rapport à la superficie à couvrir en Belgique (particulièrement en Wallonie au sud du sillon Sambre et Meuse) et la répartition spatiale des stations très inhomogène et que d'autre part, les concentrations de BC diminuent rapidement lorsqu'on s'éloigne des sources. La carte des concentrations présentée sur la figure 21 n'est donc donnée qu'à titre indicatif.

Les valeurs de la figure 21 peuvent également être représentées dans un diagramme en boîte. La figure 22 reprend l'évolution des valeurs maximale et minimale, de la moyenne et de la médiane calculées sur base des valeurs interpolées pour la période 2010–2025.

En 2025, la concentration moyenne annuelle de BC pour la Belgique s'élève à 0,4 µg/m^3. Elle atteint 0,5 µg/m^3 à Bruxelles, 0,5 µg/m^3 en Flandre et 0,3 µg/m^3 en Wallonie. La moyenne annuelle pondérée en fonction de la population pour la Belgique, atteint 0,5 µg/m^3, et est supérieure à la moyenne arithmétique.

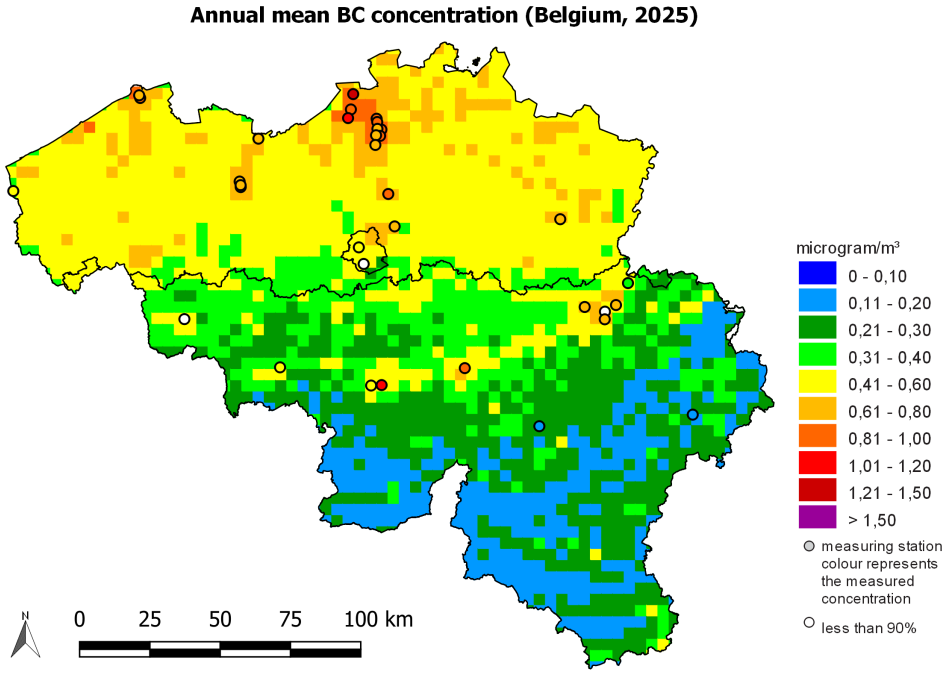

FIG. 21 : Distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle de BC en Belgique en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

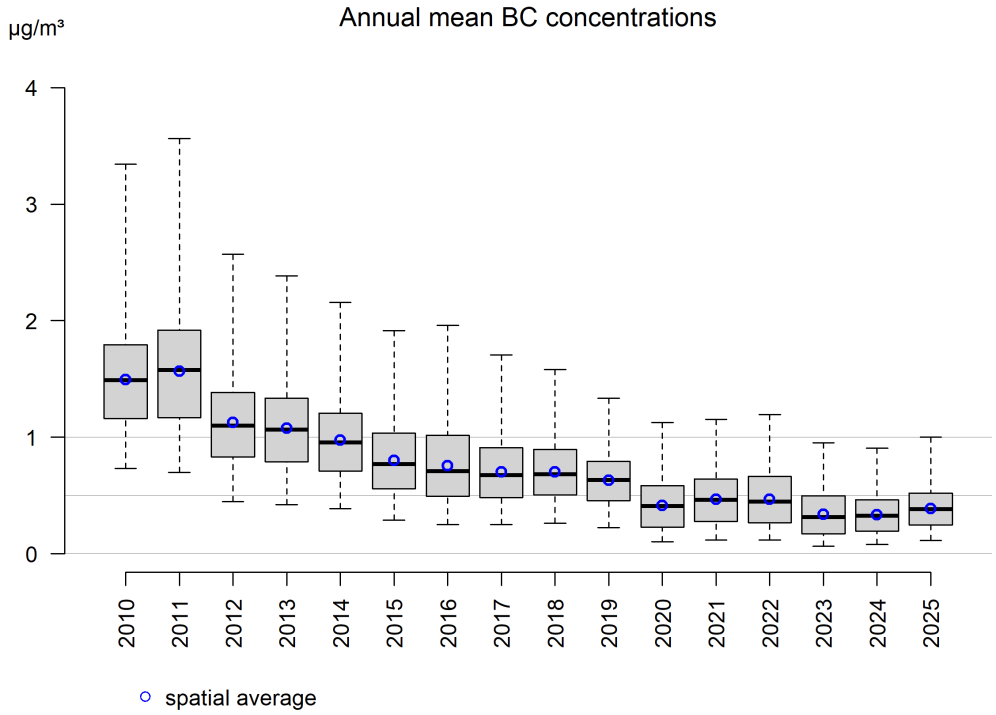

FIG. 22 : Diagramme en boîtes des concentrations moyennes annuelles de BC (µg/m^3) sur la période 2010–2025. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO. Pour l'interprétation des diagrammes en boîte, voir l'annexe C.

6 Oxydes d'azote

Les oxydes d'azote (NO_x) désignent le mélange gazeux constitué par le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Les oxydes d'azote sont principalement émis par les activités humaines par le biais des processus de combustion à haute température, qui provoquent une oxydation de l'azote présent dans l'air. Les principales sources de NO_x sont le transport routier, la production d'énergie et l'industrie (y compris les raffineries), ainsi que le chauffage des bâtiments. Les NO_x sont principalement émis sous la forme de NO et dans une moindre mesure de NO_2. Cependant, la durée de vie de NO dans l'air est très courte (quelques minutes). Par des réactions photochimiques avec l'ozone ou les composés organiques volatils (COV) entre autres, le NO est transformé en NO_2 dont la durée de vie dans l'atmosphère est beaucoup plus longue. Outre les émissions anthropiques, les NO_x sont également émis dans l'atmosphère par des processus biochimiques, les orages et les feux de forêt.

Les oxydes d'azote entraînent l'acidification et l'eutrophisation des environnements naturels. Ils jouent également un rôle important dans la formation d'ozone et de particules secondaires. L'exposition à de très fortes concentrations de NO_2 peut avoir des effets nocifs immédiats sur la santé. Il existe des impacts évidents sur la santé associés aux émissions du trafic, et les concentrations de NO_2 sont fortement corrélées à la pollution atmosphérique liée au trafic. Pour cette raison, et parce que le NO_2 est également indirectement nocif pour l'homme et l'environnement, l'Union européenne a fixé des valeurs limites et l'OMS des valeurs indicatives pour ce polluant.

6.1 Stations de mesure NO_2

La figure 23 montre l'évolution du nombre de stations de mesure pour NO_2. En 1990, il y avait 26 stations de mesure et en 2025, il y en a 93 : 16 en région bruxelloise, 26 en Wallonie et 51 en Flandre. Suite à l'augmentation du nombre de points de mesure, l'incertitude de la méthode d'interpolation RIO a diminué.

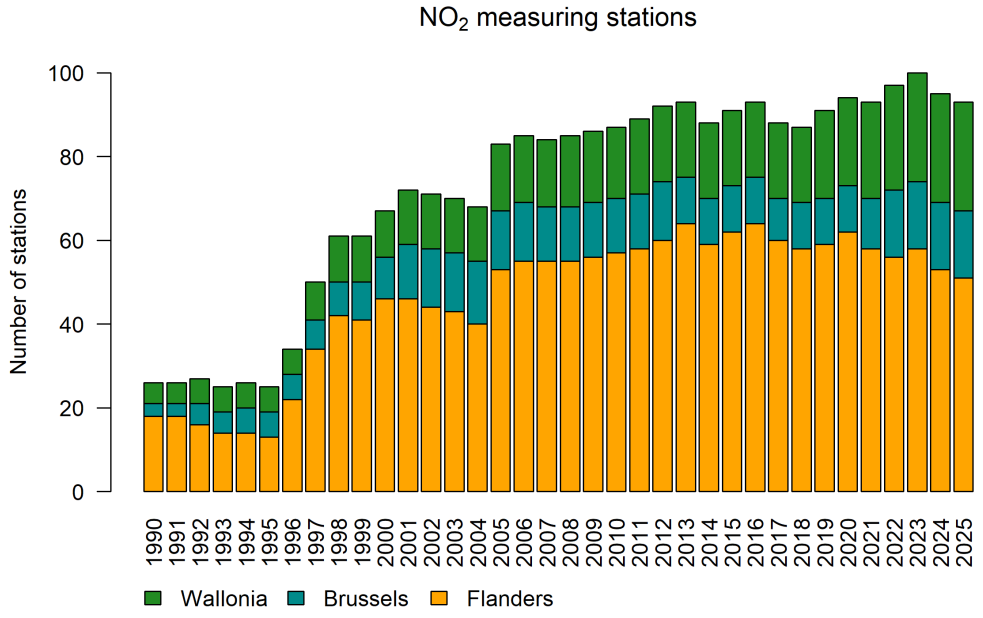

FIG. 23 : Évolution du nombre de stations de mesure de NO_2 en Belgique.

6.2 Concentrations moyennes annuelles de NO_2

La valeur limite annuelle européenne pour la protection de la population est de 40 µg/m^3. Cette valeur limite est d'application depuis 2010. De manière générale, la figure 24 révèle que les moyennes annuelles

les plus élevées sont mesurées dans les zones urbaines. Cela n'est pas étonnant étant donné que NO_2 est fortement lié au trafic routier.

À cause de la résolution spatiale (4x4 km^2), les concentrations NO_2 locales plus élevées, par exemple dans les street canyons, ne sont pas toujours visibles sur les cartes d'interpolation. La valeur maximale de la concentration moyenne annuelle de NO_2, sur l'ensemble de la Belgique, s'élève à 25,8 $\mu g/m^3$. La moyenne spatiale annuelle est de 10,6 $\mu g/m^3$ en Flandre, 14,2 $\mu g/m^3$ à Bruxelles et 6,1 $\mu g/m^3$ en Wallonie. En outre, la moyenne spatiale annuelle sur l'ensemble de la Belgique pondérée en fonction de la densité de population s'élève à 12,0 $\mu g/m^3$. Cette valeur est nettement supérieure à la moyenne spatiale annuelle sur la Belgique non pondérée en fonction de la population (8,1 $\mu g/m^3$), ce qui reflète le fait que les zones les plus habitées sont également celles qui présentent les plus fortes concentrations moyennes annuelles de NO_2. Ce constat est également clairement visible sur la figure 26, qui présente la relation entre la concentration moyenne annuelle de NO_2 et la densité de population cumulée. En comparant l'année 2025 avec la moyenne de la période 2020–2024, nous constatons toujours une diminution, quelle que soit la densité de population dans la maille. Dans les mailles de la grille avec une densité de population de 1000 habitants par km^2 ou plus, la moyenne annuelle pour 2025 est de 13,6 $\mu g/m^3$. Pour la moyenne des années 2020–2024, la concentration moyenne annuelle pour toutes les mailles de la grille ayant une densité de population supérieure ou égale à 1000 habitants par km^2 s'élevait à 14,2 $\mu g/m^3$.

L'annexe D présente l'incertitude de la méthode d'interpolation relative à la carte de la concentration moyenne annuelle.

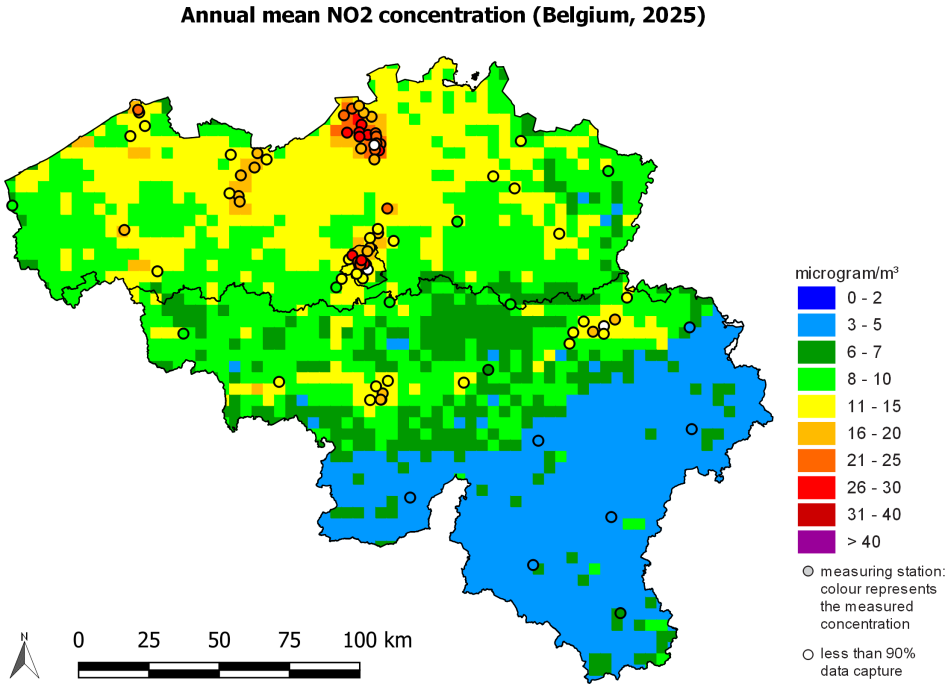

FIG. 24 : Distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle de NO_2 en Belgique en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

Les valeurs de la figure 24 peuvent également être représentées dans un diagramme en boîte. La figure 25 reprend les valeurs interpolées pour 2025 et toutes les années précédentes depuis 1990, et montre l'évolution de la valeur maximale, de la moyenne, de la médiane, et du minimum. La valeur limite européenne est de 40 $\mu g/m^3$ en concentration moyenne annuelle. En 2025, cette limite n'a été dépassée nulle part en Belgique. La valeur indicative de l'OMS, 10 $\mu g/m^3$ en concentration moyenne annuelle, a été dépassée sur 29 % du territoire en 2025, alors qu'en 2024, ce dépassement ne concernait que 18 % du territoire belge.

Les mesures pour lutter contre la pandémie de COVID-19 ont eu un impact sur les activités économiques et sociales en Belgique en 2020 et 2021. Une étude spécifique de l'impact sur les concentrations de divers

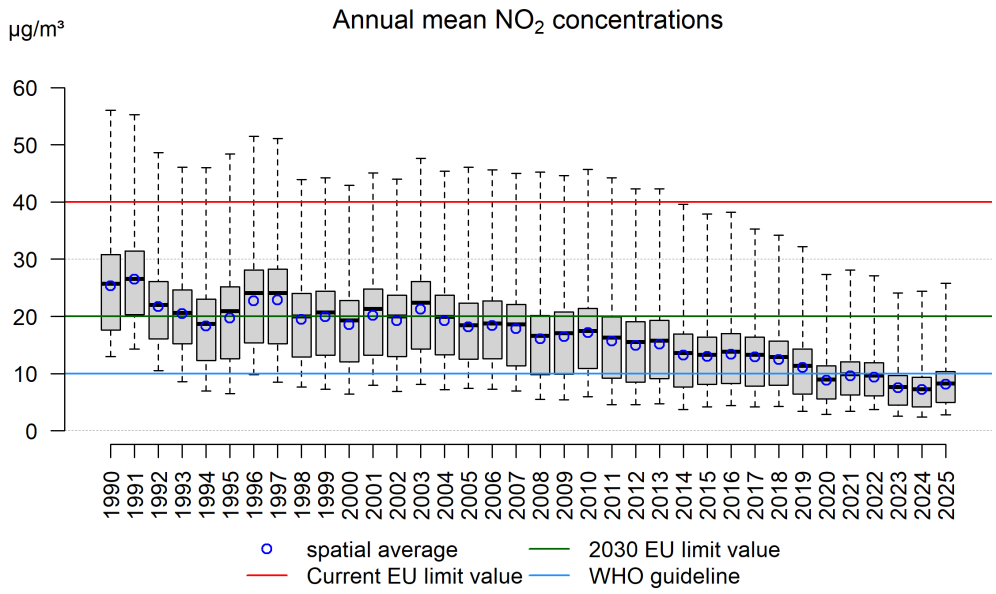

FIG. 25 : Diagramme en boîte des concentrations moyennes annuelles de NO_2 ($\mu g/m^3$) sur la période 1990–2025 en Belgique. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO. Pour l'interprétation des diagrammes en boîte, voir l'annexe C.

polluants pendant le confinement des semaines 12 à 19 de 2020, a montré que les mesures prises ont eu un impact positif sur les concentrations de NO_2, en particulier à proximité du trafic [7]. La diminution observée en 2020 sur la figure 25 est donc en partie due à ces mesures temporaires. On constate désormais que les concentrations moyennes annuelles sont encore plus faibles depuis 2023 qu'en 2020. La tendance à la baisse observée depuis 2010 se poursuit.

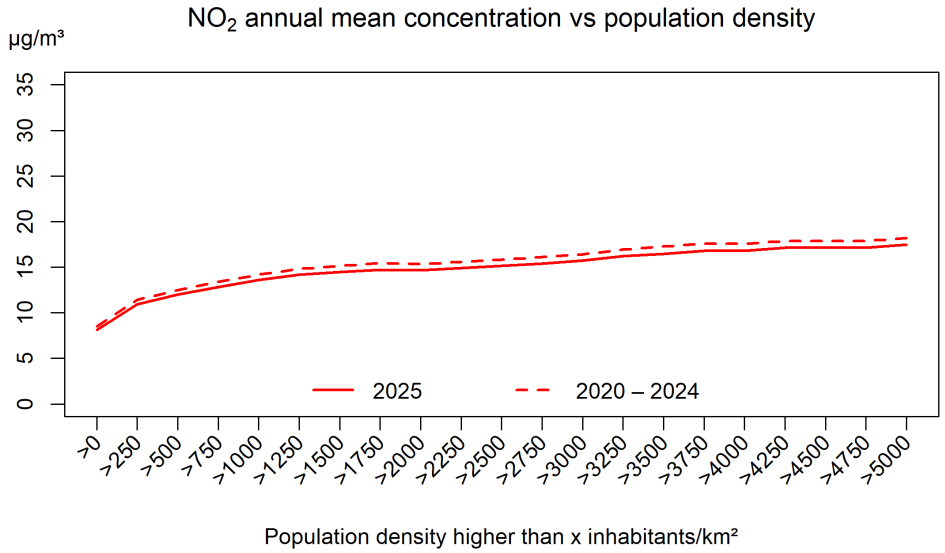

FIG. 26 : Relations entre les concentrations moyennes annuelles interpolées de NO_2 et la densité de population (habitants/km^2). Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

Depuis 2003, le pourcentage de la population exposé à des concentrations moyennes annuelles élevées de NO_2 est en diminution (figure 27). En 1998, le pourcentage de la population belge exposée à une concentration moyenne annuelle supérieure à la valeur limite européenne était de 6 %. En 2013, ce chiffre est tombé à 1 % et depuis 2014, personne n'a été exposé à des concentrations moyennes annuelles supérieures à la valeur limite européenne. Les résultats, cependant, doivent être interprétés avec une certaine prudence. L'exposition de la population est estimée à partir d'une interpolation spatiale des mesures et des chiffres de population par cellule de 4x4 km^2. Comme mentionné précédemment, il s'agit d'une valeur moyenne. Localement, en particulier le long des routes à fort trafic et dans les « street canyons » les concentrations de NO_2 peuvent être supérieures aux valeurs moyennes calculées avec la méthode d'interpolation RIO pour une maille de 4x4 km^2.

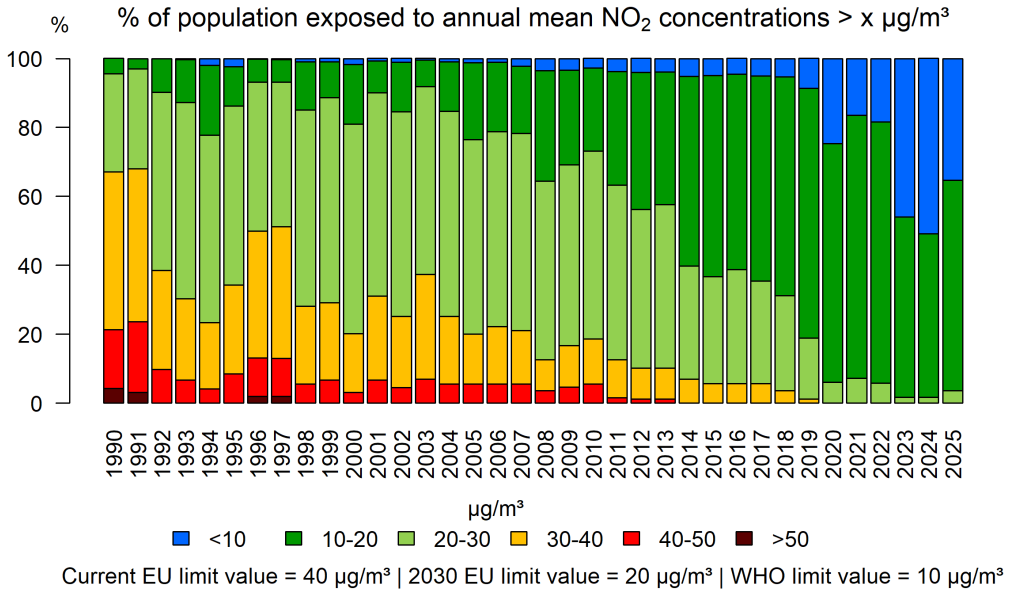

FIG. 27 : Pourcentage de la population belge exposée à des concentrations moyennes annuelles de NO_2. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

6.3 Valeurs horaires de NO_2

Pour protéger la population contre une exposition à des pics de concentration de NO_2, la législation européenne impose une valeur limite horaire de 200 µg/m^3. Cette limite horaire ne peut être dépassée plus de 18 heures par an. En Belgique, cette valeur limite horaire est largement respectée sur l'ensemble du territoire. Très localement, sur des artères très fréquentées, il peut arriver que le seuil de 200 µg/m^3 soit dépassé à quelques reprises par an, mais l'ensemble des points de mesure reste en dessous des 18 heures de dépassement autorisées. En raison de la résolution de la méthode d'interpolation RIO, les dépassements très locaux ne sont à nouveau pas visibles. La 19e valeur horaire la plus élevée en Belgique en 2025 est présentée à la figure 28 (elle correspond au 99,8^e centile de toutes les concentrations moyennes horaires d'une année). La valeur maximum de la 19e valeur la plus élevée en Belgique en 2025 (pour les moyennes par cellule de 4x4 km^2) est observée en Flandre et s'élève à 83,3 µg/m^3, ce qui est largement en-dessous de la limite européenne de 200 µg/m^3.

Les valeurs de la figure 28 peuvent également être représentées par un diagramme en boîte. La figure 29 reprend les valeurs interpolées pour 2025 et toutes les années précédentes depuis 1990, et montre l'évolution de la valeur maximale, de la moyenne, de la médiane, et du minimum. De 1990 à 2009, cet indicateur des pics de concentration est resté stable ; depuis 2010, il suit une tendance à la baisse.

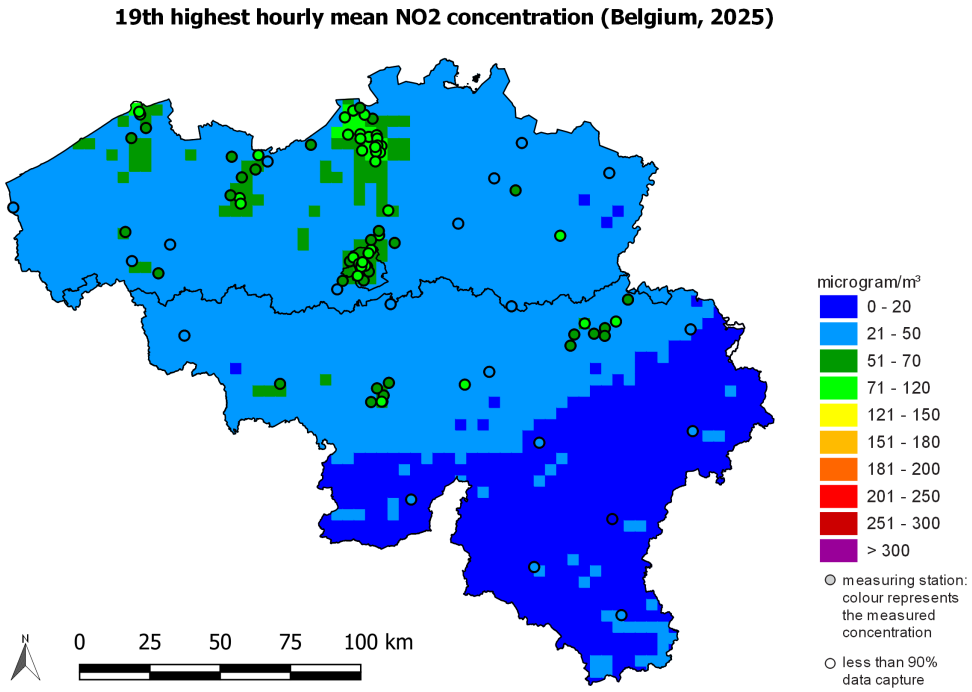

FIG. 28 : Distribution spatiale de la 19e concentration moyenne horaire de NO_2 la plus élevée en Belgique en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

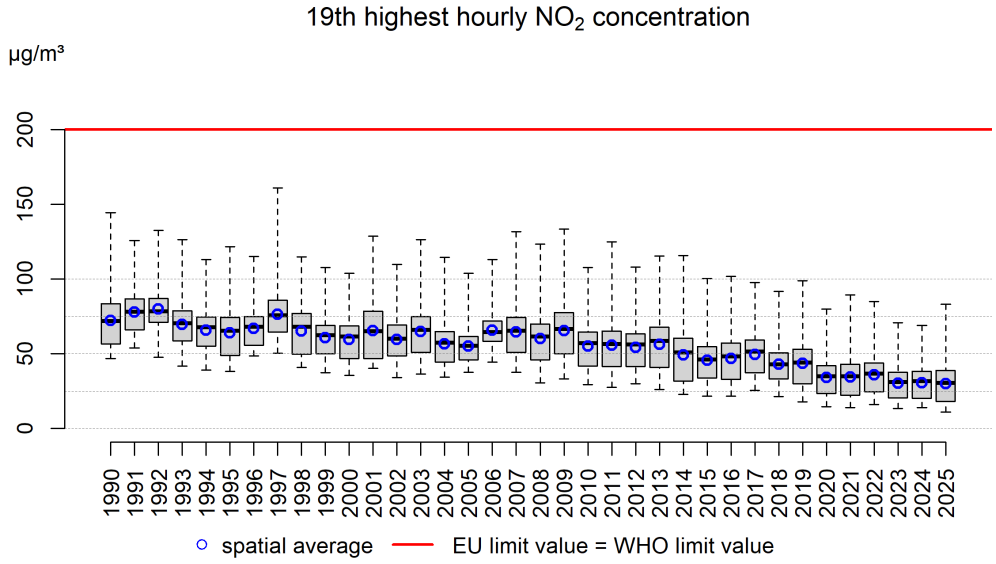

FIG. 29 : Diagramme en boîte de la 19e concentration horaire moyenne la plus élevée de NO_2 ($\mu g/m^3$) sur la période 1990–2025. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO. Pour l'interprétation des diagrammes en boîte, voir l'annexe C.

7 Ozone

L'ozone (O_3) est un gaz très réactif formé par réaction photochimique dans la troposphère. L'ozone n'est donc pas émis directement dans l'atmosphère : il s'agit d'un polluant « secondaire ». L'action des rayons ultraviolets sur les polluants présents dans l'atmosphère (polluants précurseurs) lors des journées d'été chaudes et ensoleillées produit ainsi de l'ozone. Les précurseurs de l'ozone sont principalement les NO_x, les composés organiques volatils (COV) et le CO. En Belgique, environ la moitié des NO_x sont émis par le transport. Outre l'ozone produit pendant les jours chauds et ensoleillés, une concentration de fond d'ozone est toujours présente. Les émissions de NO_x (= NO + NO_2) ont un effet double sur les concentrations d'ozone. D'une part, NO peut réagir avec O_3, le détruire et former du NO_2, d'autre part, NO_2 peut se combiner avec l'oxygène de l'air, O_2, et entraîner à nouveau la formation d'O_3. Dans l'atmosphère, on observe ainsi un équilibre chimique entre ces polluants. NO ayant une durée de vie réduite dans l'atmosphère, l'ozone est surtout détruit aux endroits caractérisés par de fortes émissions de NO. Cette réaction forme alors du NO_2 qui a une durée de vie plus longue dans l'atmosphère. NO_2 peut ainsi être transporté sur des distances importantes, et former de l'ozone à des endroits éloignés des sources d'émission. C'est la raison pour laquelle les concentrations d'ozone sont généralement plus élevées dans les zones rurales que dans les environnements urbains où les émissions de NO sont beaucoup plus importantes.

En raison de son fort pouvoir oxydant, l'ozone peut avoir des effets nocifs sur la santé de la population, sur la faune et la flore, et sur les matériaux. Chez l'homme, une exposition à des concentrations élevées d'ozone peut engendrer des problèmes de santé aigus comme des irritations des yeux, du nez et de la gorge, une toux irritante et une hypersensibilité pulmonaire. Pour la végétation, l'exposition chronique à des concentrations d'ozone, même légèrement élevées, provoque notamment la réduction du rendement des cultures, la diminution de la biomasse et de la biodiversité dans les forêts.

L'impact de l'ozone ne se limite pas à des effets nocifs sur la santé humaine, sur la végétation ou sur les matériaux. Après le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote, l'ozone troposphérique est le plus important gaz à effet de serre anthropique. Indirectement l'ozone contribue encore davantage à l'effet de serre, car les perturbations de la végétation entraînent une réduction de l'absorption du CO_2.

7.1 Stations de mesure de l'ozone

En 2025, les concentrations d'ozone ont été mesurées dans 35 stations, soit une légère diminution par rapport au maximum de 42 stations de mesure en 2020, voir figure 30. Un nombre plus élevé de stations de mesure entraîne une diminution de l'incertitude associée aux valeurs interpolées discutées dans ce chapitre.

7.2 L'ozone et l'impact sur la santé

7.2.1 NET60

La valeur cible européenne pour la protection de la population est basée sur le maximum journalier de la concentration d'ozone en moyenne sur huit heures (il s'agit d'une moyenne glissante – c'est-à-dire que la moyenne sur huit heures est calculée toutes les heures). En moyenne sur trois ans, cette valeur ne peut dépasser 120 µg/m^3 plus de 25 fois par an. Il s'agit d'un objectif à moyen terme (OMT) qui s'applique à partir de 2010 (la moyenne s'effectue sur 2010–2012). L'objectif à long terme est de n'avoir aucun dépassement de ce seuil. Le nombre annuel de jours pour lesquels le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures dépasse 120 µg/m^3 est appelé NET60[4].

Les figures 31 et 32 montrent la distribution spatiale du nombre de jours de dépassement en 2025 et en moyenne sur 2023, 2024 et 2025. En 2025, le nombre de jours de dépassement varie fortement sur le territoire belge. Les valeurs les plus élevées sont observées dans l'est de la Flandre. Les nombres de jours de dépassement les plus faibles sont observés dans le sud du pays. En 2025, la valeur du NET60 la plus élevée observée en Belgique est de 26 jours. Le maximum, en moyenne sur trois ans, est de 21 jours, l'OMT est donc respecté sur l'intégralité du pays. L'objectif à long terme, à savoir aucun jour de dépassement,

[4]NET60 : Number of Exceedances above a Threshold of 60 ppb (=120 µg/m^3).

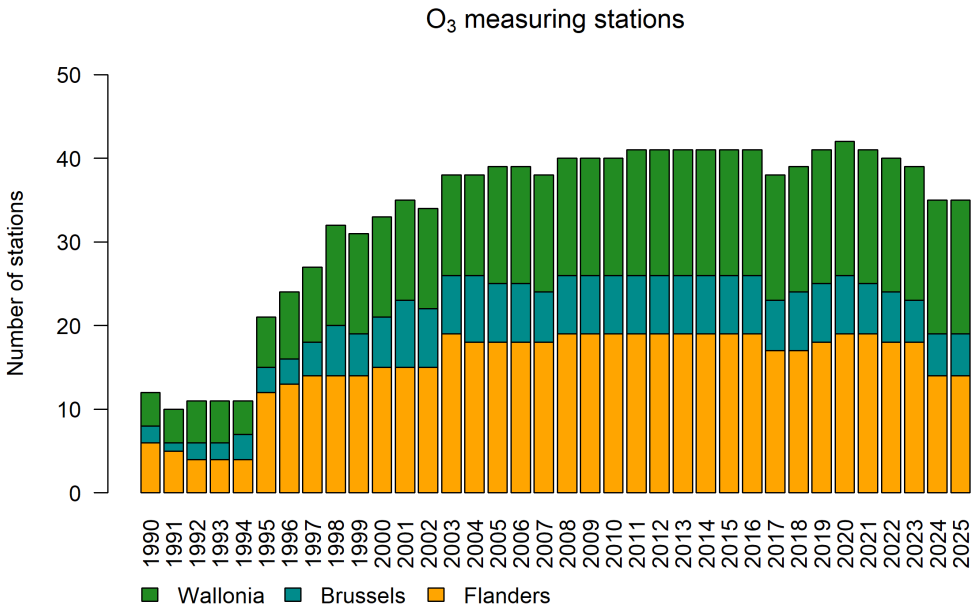

FIG. 30 : Evolution du nombre de stations de mesure d'O_3 en Belgique.

n'est respecté nulle part en 2025. La moyenne spatiale de NET60 (calculée sur la période 2023–2025) en Belgique est de 10,6 jours.

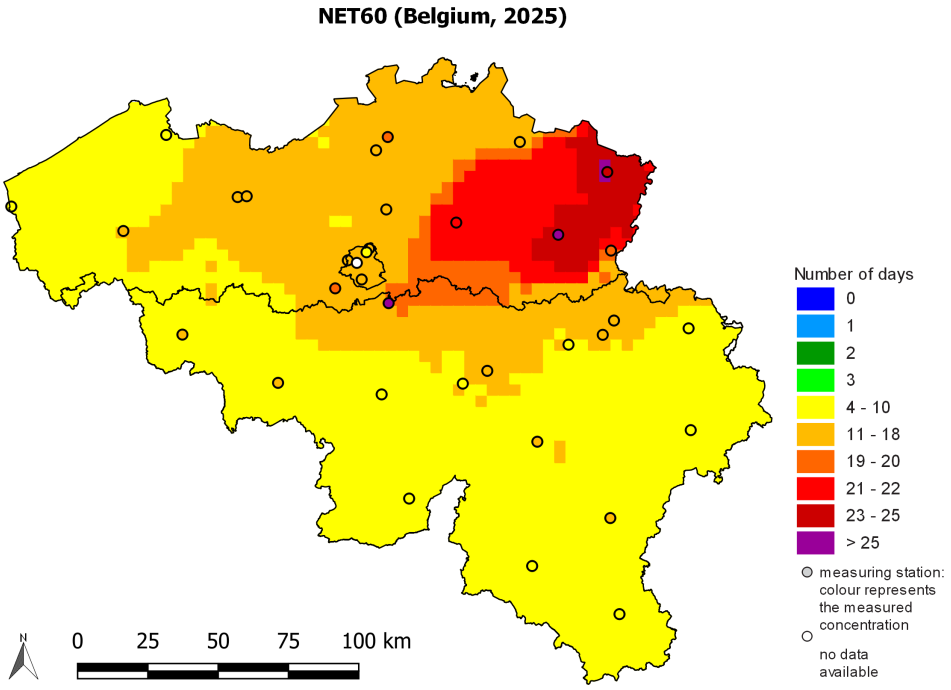

FIG. 31 : Distribution spatiale du nombre de jours où le maximum de la concentration moyenne d'ozone sur 8 heures > 120 µg/m^3 pour 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

Le nombre de jours pour lesquels le maximum journalier de la concentration moyenne sur 8 heures est supérieur à 120 µg/m^3, présente une forte variation d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques durant l'été (voir figure 33). Il n'y a pas de tendance clairement visible dans l'évolution

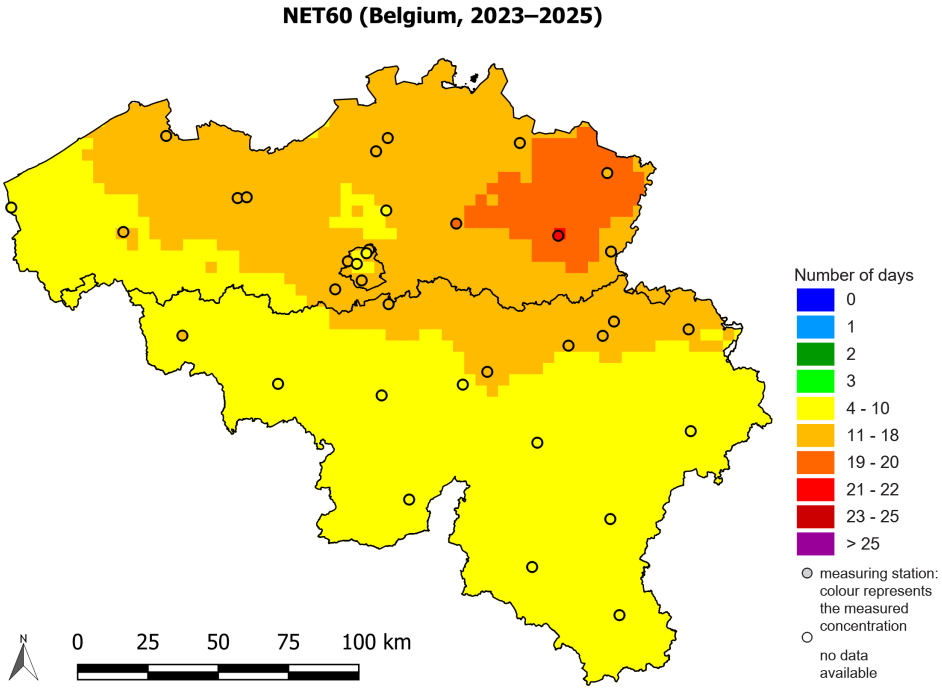

FIG. 32 : Distribution spatiale du NET60 en moyenne sur 2023, 2024 et 2025. « No data available » signifie que les données ne respectent pas les critères établis dans l'annexe VII de la directive 2008/50/CE pour l'agrégation des données de mesure. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

de la moyenne spatiale. L'année la plus défavorable concernant les concentrations d'ozone depuis 1990 est 2003, avec un maximum de 60 jours de dépassement en Belgique. L'année 2018 était également une des 5 années les plus défavorables pour l'ozone depuis 1990. Depuis 2021, la moyenne sur les trois dernières années reste en dessous de la valeur cible européenne de 25 jours.

L'évolution du pourcentage de la population exposée à des maxima journaliers de la concentration moyenne sur 8 heures supérieurs à 120 µg/m^3 est présentée sur la figure 34. On peut constater que l'exposition de la population varie fortement selon les années. Il apparaît clairement que 2021 a été une année météorologique exceptionnellement défavorable pour la formation d'ozone. En 2025, 0,1 % de la population a été exposée à plus de 25 jours avec des concentrations moyennes d'ozone sur 8 heures supérieures à 120 µg/m^3. Précédemment, les années 1995, 2003, 2006 et 2018 ont été très défavorables pour l'exposition de la population à de fortes concentrations d'ozone. Au cours de ces années, plus de 60 % de la population a été exposée à plus de 25 jours avec des concentrations moyennes d'ozone sur 8 heures supérieures à 120 µg/m^3. L'OMS fixe le seuil en dessous duquel on n'observe pas d'effets significatifs sur la santé à une concentration d'ozone maximale journalière pour la moyenne glissante sur 8 heures à 100 µg/m^3 à ne pas dépasser de plus de 3 jours. La valeur indicative de l'OMS, plus stricte que l'objectif européen à long terme, n'est respectée nulle part en Belgique en 2025.

7.2.2 AOT60

Un autre indicateur permettant d'estimer l'impact de concentrations élevées d'ozone sur la population est l'AOT60[5]. L'AOT60 est la somme annuelle des différences entre les maxima journaliers de la concentration moyenne sur 8 heures supérieurs à 120 µg/m^3 et le seuil de 120 µg/m^3. Au contraire de l'indicateur NET60, l'AOT60 tient donc également compte de l'ampleur et de la durée des dépassements et on peut dès lors parler de « surcharge » d'ozone. Lors de la préparation de la première directive sur l'ozone [2] et de la directive fixant les plafonds d'émission nationaux [1], un objectif à moyen terme de 5800 (µg/m^3).heure

[5]AOT60 : Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 60 ppb (=120 µg/m^3) by the maximum daily 8-hour mean.

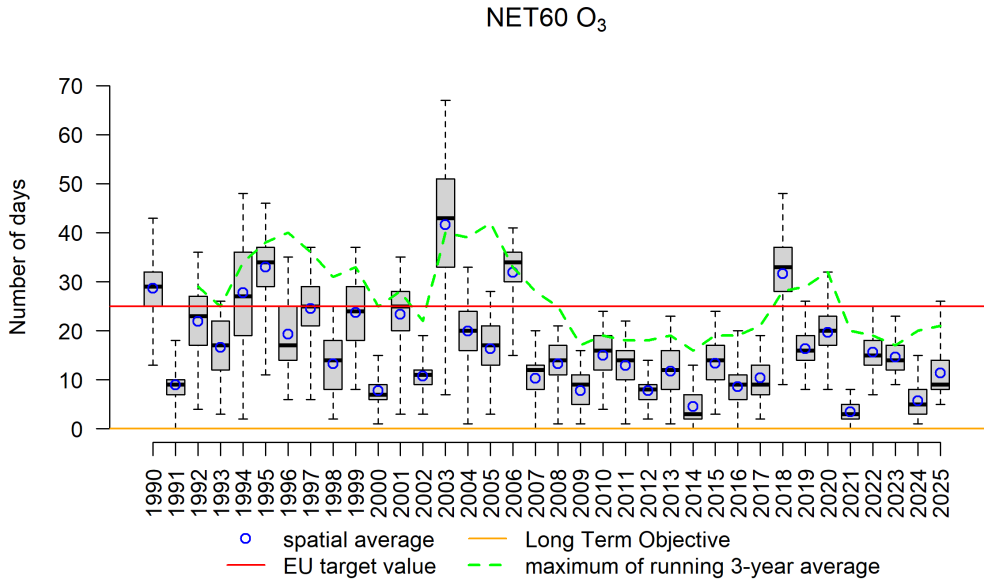

FIG. 33 : Diagramme en boîte du nombre de jours caractérisés par un maximum journalier des concentrations d'ozone en moyennes sur 8 heures > 120 µg/m^3 en Belgique durant la période 1990–2025. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. La ligne pointillée verte donne le maximum du nombre de dépassements moyenné sur 3 ans en Belgique. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

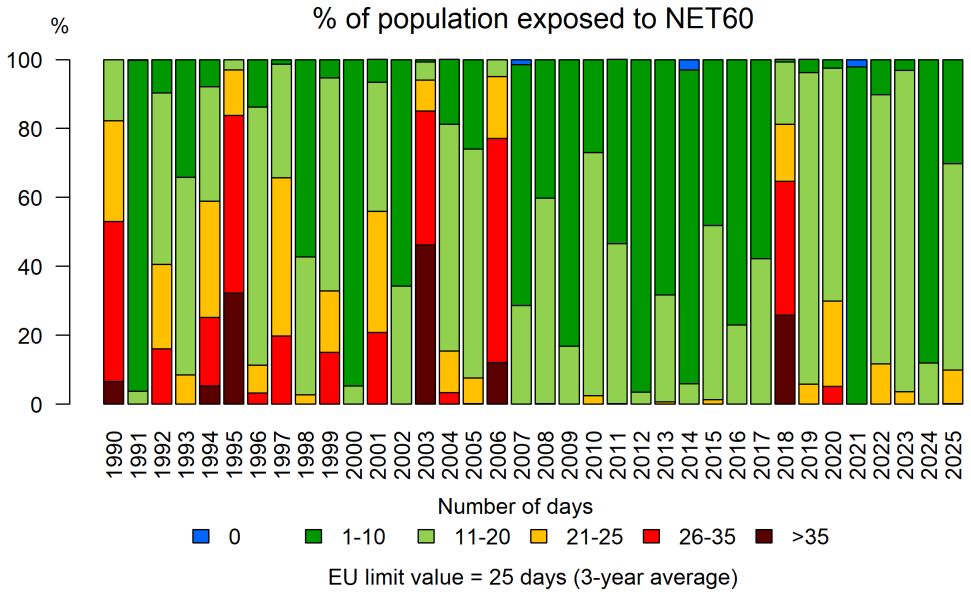

FIG. 34 : Evolution de l'exposition de la population à un nombre de jours avec un max 8h > 120 µg/m^3 sur base de la technique d'interpolation RIO.

avait été proposé pour 2010, ce qui correspond environ à un NET60 de 25 jours. L'objectif à long terme est de 0 (µg/m^3).heure. L'indicateur AOT60 n'a pas été retenu dans la directive actuelle sur la qualité de l'air, bien qu'il soit un meilleur indicateur pour quantifier l'exposition de la population. La figure 35 présente la distribution spatiale de l'AOT60 en Belgique en 2025. Il est clair que la surcharge d'ozone est principalement localisée dans le nord du pays. La valeur la plus élevée, 2856 (µg/m^3).h, a été atteinte

dans la province de Limbourg. L'objectif à long terme de 0 (µg/m^3).h n'a été atteint nulle part en 2025.

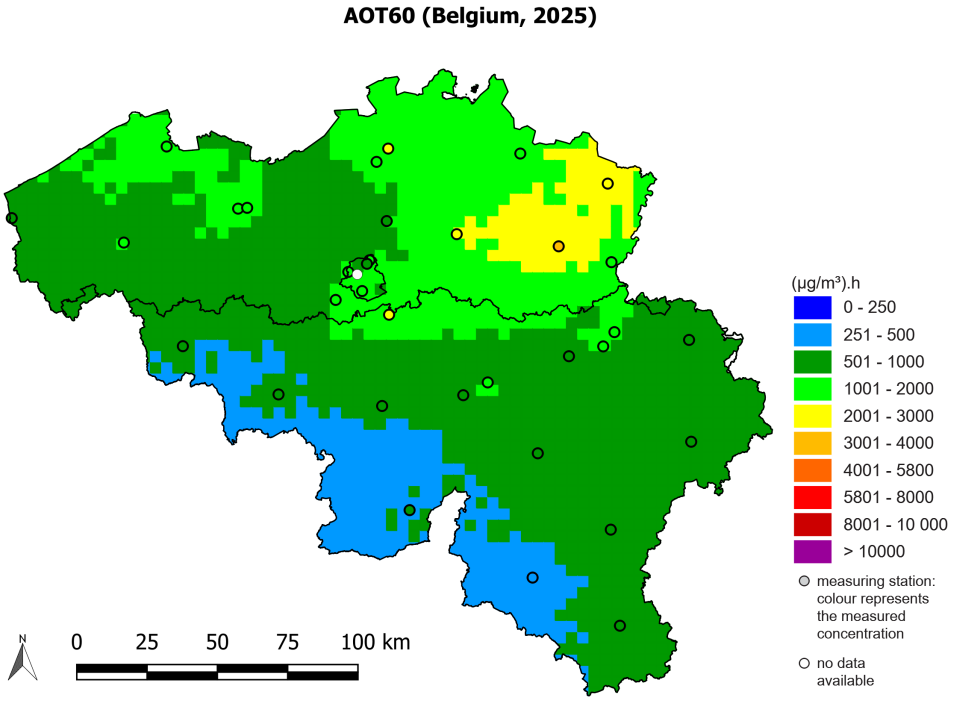

FIG. 35 : Distribution spatiale de la surcharge d'ozone (AOT60) en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

7.3 L'ozone et la végétation

Pour la végétation, l'exposition à l'ozone sur le long terme est plus significative que l'exposition aiguë. De manière générale, il est difficile de quantifier les dégâts occasionnés aux plantes par l'ozone. En effet, l'ozone occasionne surtout des dommages lorsqu'il est absorbé par la plante, mais les concentrations d'ozone dans l'air ne sont pas une mesure directe de l'absorption de l'ozone par celle-ci. De nombreux autres paramètres jouent un rôle : le taux d'humidité, la nature du sol, la phase de croissance de la plante… L'Union européenne a défini un indicateur de surcharge pour la protection de la végétation : l'« AOT40 végétation » additionne ainsi les excédents par rapport au seuil de 80 µg/m^3 de toutes les valeurs horaires entre 8 h et 20 h durant les mois de mai, juin et juillet (soit la saison de croissance). Cet indicateur est destiné à protéger les cultures et la végétation (semi)naturelle. Il existe également un indicateur de surcharge pour la protection des forêts. L'« AOT40 forêts » est calculé de la même manière, mais pour la période d'avril à septembre et uniquement pour les zones couvertes de forêts. Cet indicateur ne quantifie à nouveau que l'exposition à l'ozone et non l'absorption effective d'ozone par la végétation (et donc les dommages occasionnés).

7.3.1 AOT40 végétation

En 2025, le maximum de l'AOT40 pour la végétation était inférieur à la valeur cible européenne de 18 000 (µg/m^3).h partout en Belgique. La moyenne pondérée pour la végétation[6] en Belgique s'élevait à 10 581 (µg/m^3).h. Une valeur maximale de 15 909 (µg/m^3).h a été enregistrée dans la province de Limbourg. L'ensemble de la surface de la Belgique couverte par de la végétation (hors forêt) a été exposé à une surcharge supérieure à l'objectif à long terme de 6000 (µg/m^3).h. Les figures 36 et 37 montrent la distribution spatiale de la surcharge pour la végétation en 2025 et la moyenne sur cinq ans, période

[6]La valeur de l'AOT40 pour la végétation par cellule est pondérée par la fraction de végétation présente dans cette cellule. De cette manière, on attribue un plus grand poids dans la moyenne aux cellules où la végétation est plus importante.

2021–2025, respectivement. Seules les zones avec végétation (hors forêts) sont reprises sur la carte. On peut observer que la surcharge la plus élevée est observée dans le nord-est du pays, la végétation de Flandre occidentale a subi les surcharges les plus faibles. La valeur cible européenne de 18 000 (µg/m^3).h en moyenne sur cinq ans est respectée pour l'ensemble du pays.

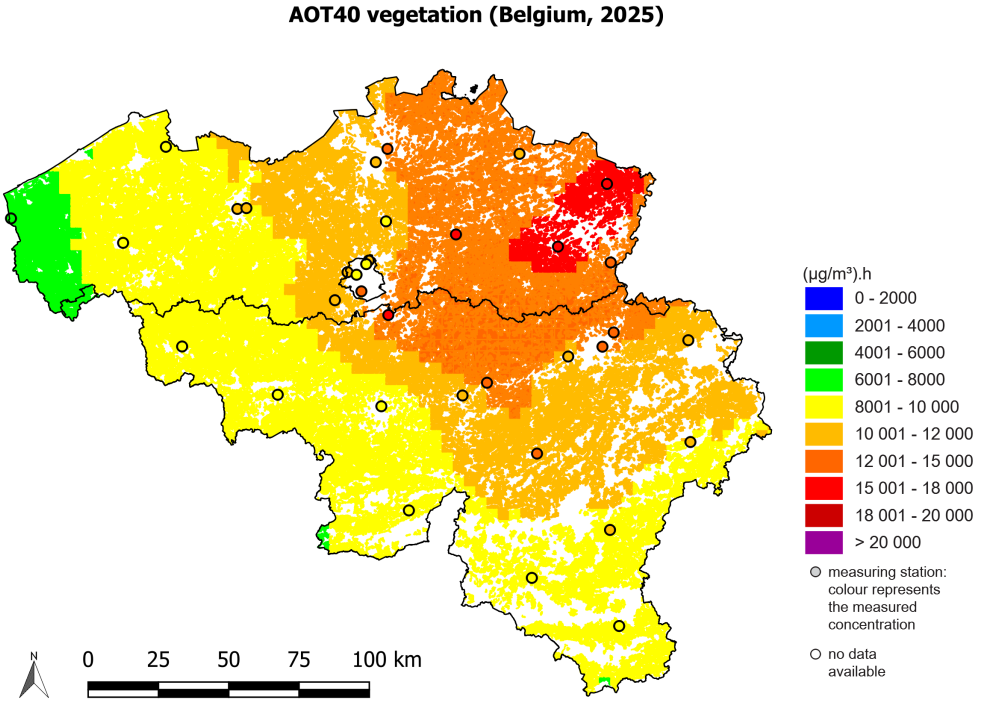

FIG. 36 : Distribution spatiale de la surcharge pour la végétation (AOT40 végétation), 2025. « No data available » signifie que les données ne respectent pas les critères établis dans l'annexe VII de la directive 2008/50/CE pour l'agrégation des données de mesure. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

La figure 38 montre l'évolution de la surcharge d'ozone pour la végétation en Belgique depuis 1990. Les années 1994, 2003, 2006 et 2018 se distinguent clairement comme étant des années au cours desquelles les concentrations d'ozone étaient défavorables pour la végétation. Durant ces années, le seuil de 18 000 (µg/m^3).h est dépassé pour plus de la moitié de la surface avec végétation. En 2019, la moyenne sur cinq ans de l'AOT40 a dépassé pour la dernière fois (dans au moins une cellule de grille) cette valeur cible européenne de 18 000 (µg/m^3).h. L'objectif à long terme de 6000 (µg/m^3).h a été dépassé chaque année, localement ou plus largement, en Belgique. Pour 2025, la valeur minimale est de 7270 (µg/m^3).h et l'ensemble du territoire dépasse l'objectif à long terme.

7.3.2 AOT40 forêts

La surcharge pour les forêts est calculée de la même manière que la surcharge pour la végétation, à la différence près que la période prise en compte est plus longue : d'avril à septembre. Aucun objectif ne figure dans la directive 2008/50/CE concernant la surcharge pour les forêts. La précédente directive relative à l'ozone prévoyait pourtant une valeur de référence de 20 000 (µg/m^3).h. Comme cet indicateur cumule les dépassements sur une période deux fois plus longue (six mois, contre trois mois pour la végétation), cette valeur de référence de 20 000 (µg/m^3).h est généralement plus stricte que la valeur cible de 18 000 (µg/m^3).h fixée pour la protection de la végétation. Le dernier Mapping Manual de l'UNECE utilise également une valeur critique de 10 000 (µg/m^3).h : il s'agit du niveau au-dessus duquel des effets défavorables directs peuvent être observés. La surcharge la plus élevée pour les forêts en 2025 a été observée dans la partie orientale du pays (figure 39). L'ensemble des forêts belges a subi une surcharge supérieure au niveau critique de l'UNECE de 10 000 (µg/m^3).h, la valeur de référence de 20 000 (µg/m^3).h a été dépassée dans 10,4 % des forêts belges.

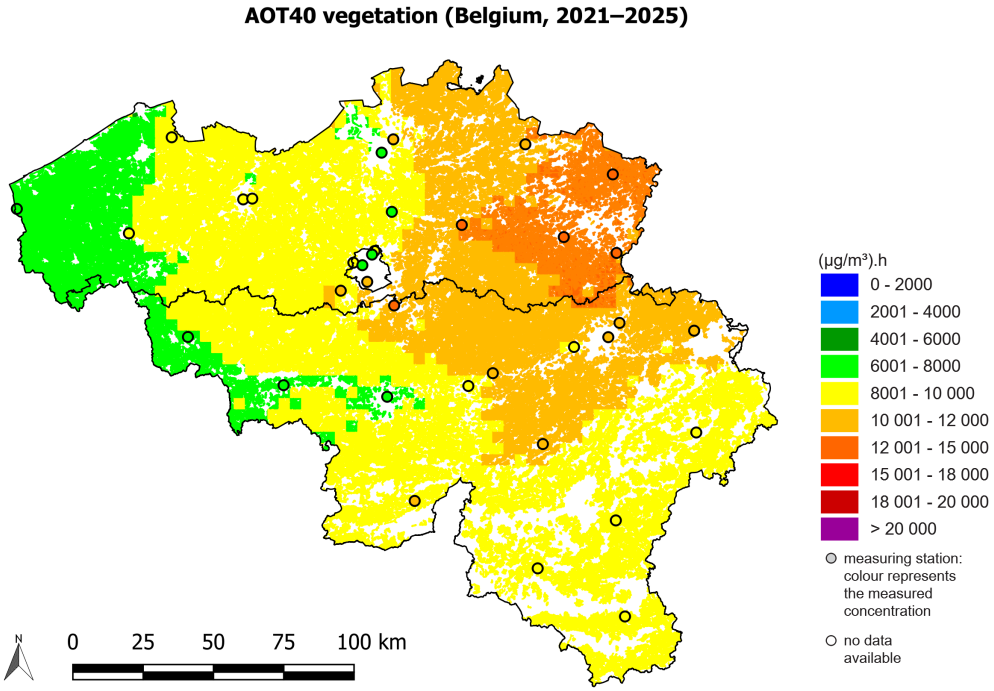

FIG. 37 : Distribution spatiale de la surcharge pour la végétation (AOT40 végétation), en moyenne sur 5 ans pour 2021–2025. « No data available » signifie que les données ne respectent pas les critères établis dans l'annexe VII de la directive 2008/50/CE pour l'agrégation des données de mesure. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

7.4 Moyenne annuelle d'ozone

Les concentrations moyennes annuelles d'ozone sont une mesure de la concentration de fond. La figure 40 présente la distribution spatiale sur la Belgique des concentrations moyennes annuelles d'ozone en 2025. L'annexe D présente l'incertitude de la méthode d'interpolation relative à la carte de la concentration moyenne annuelle. On peut constater que les valeurs d'ozone sont en général plus faibles dans les zones urbaines. Cela provient du fait qu'une plus grande quantité d'ozone est détruite par le NO dans les zones urbaines en raison des émissions plus élevées de NO_x. Plus loin des sources d'émission de NO_x, dans les zones rurales, la quantité d'ozone détruite est moindre. La relation entre la moyenne annuelle des concentrations d'ozone et la densité de population est inverse à celle que l'on observe pour les PM ou le NO_2. Les concentrations annuelles moyennes d'ozone sont plus faibles dans les cellules de la grille présentant les densités de population les plus élevées. Une comparaison entre 2025 et la période 2020–2024 ne montre guère d'évolution dans cette relation (figure 41). Les concentrations annuelles moyennes en 2025 s'élevaient à 49,5 µg/m^3, 52,8 µg/m^3 et 52,6 µg/m^3 respectivement pour Bruxelles, la Flandre et la Wallonie. La moyenne pour la Belgique est quant à elle de 52,7 µg/m^3. La concentration d'ozone moyenne annuelle pondérée en fonction de la population en Belgique est comprise entre la moyenne flamande et la moyenne bruxelloise, soit 50,7 µg/m^3. Cela montre également la relation inverse entre la densité de population et la concentration d'ozone.

Les valeurs de la figure 40 peuvent également être représentées par un diagramme en boîte. La figure 42 reprend les valeurs interpolées pour 2025 et les années précédentes depuis 1990, et montre l'évolution de la valeur maximale, de la moyenne, de la médiane, et du minimum. Entre 1990 et 2000, une tendance à la hausse des concentrations moyennes annuelles d'ozone est observée. À partir de 2000 et jusqu'en 2012, les moyennes se stabilisent avec des valeurs moyennes de 45 µg/m^3. Depuis 2013, une nouvelle augmentation a été observée, à l'exception de l'année 2021 exceptionnellement défavorable à la formation d'ozone.

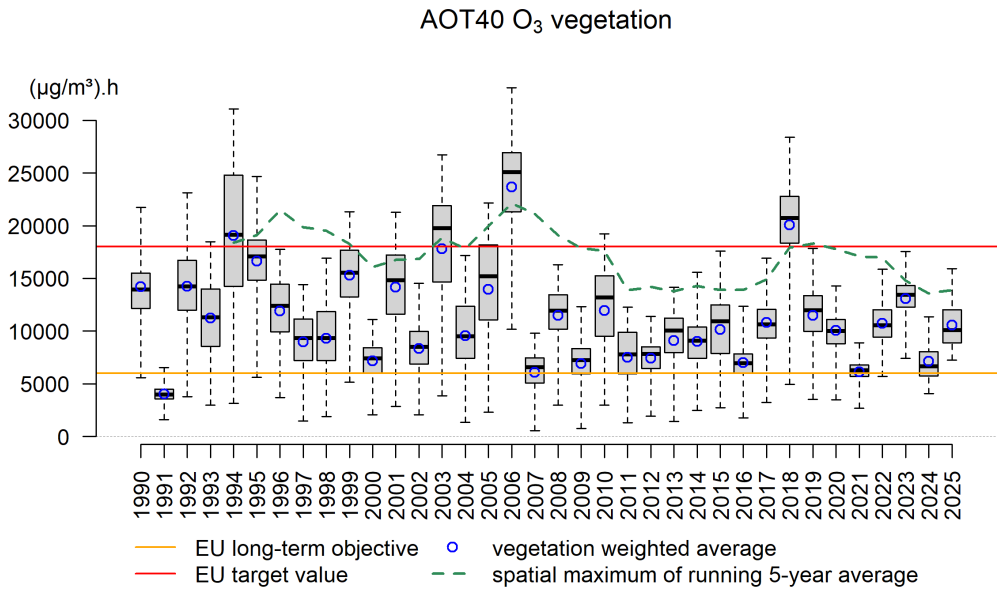

FIG. 38 : Diagramme en boîte de la surcharge pour la végétation (AOT40) en Belgique (1990–2025). Les moyennes pondérées en fonction de la végétation pour la Belgique sont représentées par les cercles bleus. La ligne pointillée verte indique le maximum spatial de la moyenne sur cinq ans de l'AOT40. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

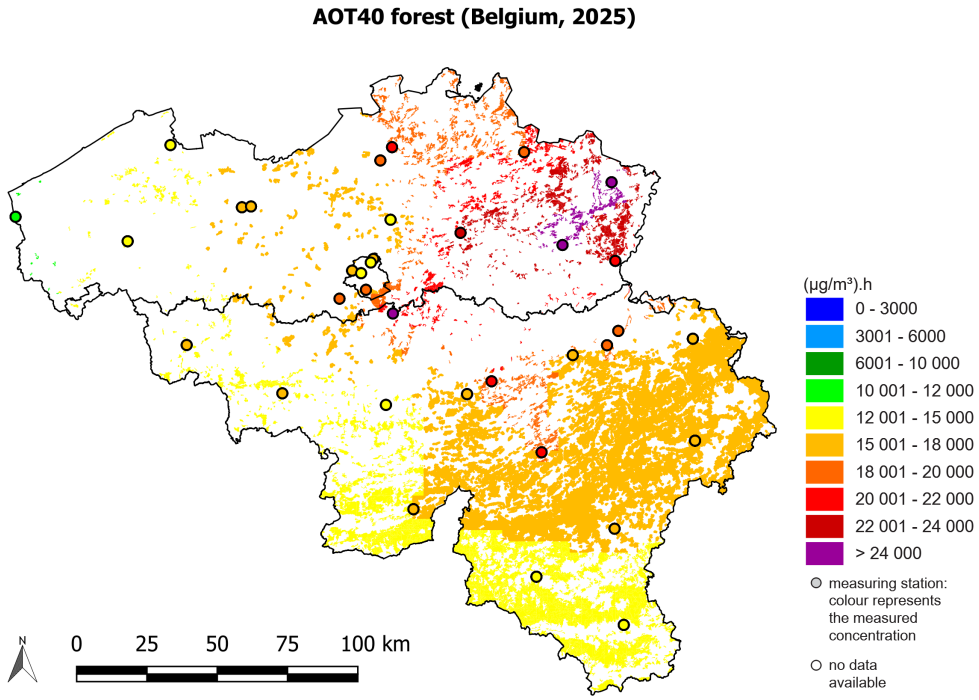

FIG. 39 : Distribution spatiale de la surcharge de zone pour les forêts (AOT40 forêts) en 2025. « No data available » signifie que les données ne respectent pas les critères établis dans l'annexe VII de la directive 2008/50/CE pour l'agrégation des données de mesure. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

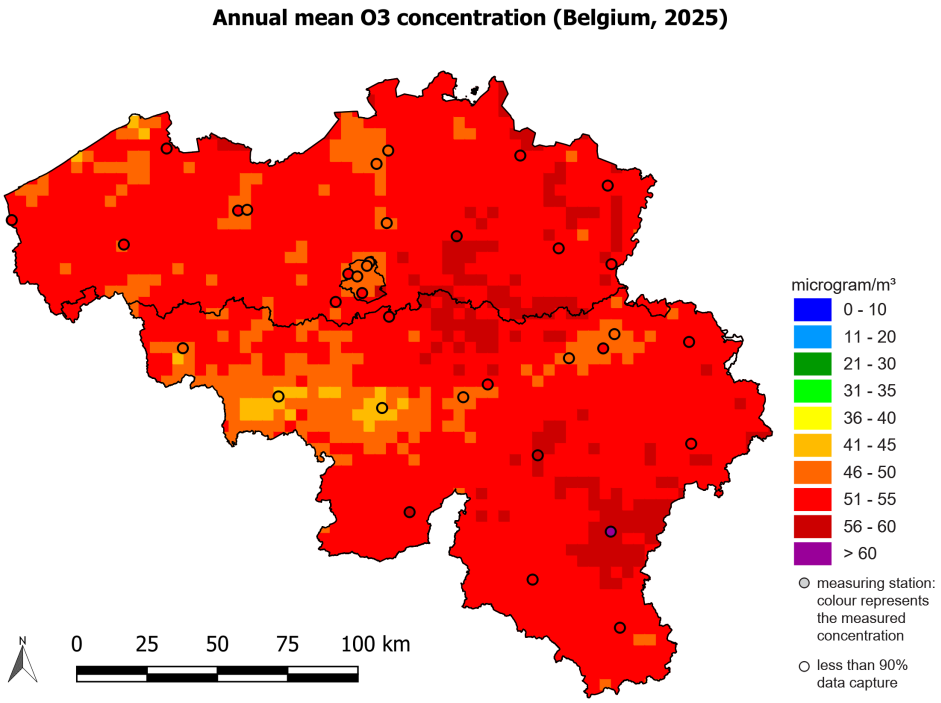

FIG. 40 : Distribution spatiale de la concentration moyenne annuelle d'O_3 en Belgique en 2025. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO.

7.5 Évolution de la tendance pour les classes de concentrations d'O_3

Afin d'établir la tendance à long terme des concentrations d'ozone, il est important de les subdiviser en plusieurs 'classes de concentrations' ou centiles. En Belgique, les classes de concentrations horaires moyennes autour de 45–55 µg/m^3, qui correspondent à peu près au 50e centile, sont représentatives de la concentration de fond, alors que les pics de concentration correspondent aux concentrations supérieures à 180 µg/m^3 (99,9^e centile). L'évolution des deux classes peut être très différente.

Pour chaque cellule de la grille RIO, les 1er, 10e, 50e, 90e, 95e, 99e et 99,9^e centiles ont été calculés sur base des valeurs horaires de concentrations d'ozone pour les périodes 1990–1999 et 2016–2025. Ensuite, les différences entre ces deux périodes ont été calculées pour les différents centiles. La figure 43 présente cette évolution en fonction des centiles durant la période 2016–2025. On peut voir clairement sur cette figure que les concentrations entre le 10e et le 90e centile, ont augmenté durant la période 2016–2025 par rapport à la période 1990–1999, jusqu'à parfois près de 20 µg/m^3. À l'inverse, les concentrations plus élevées, représentées par le 99e et le 99,9^e centile, ont baissé en certains endroits de plus de 35 µg/m^3. La tendance générale –hausse des concentrations de fond et diminution des pics d'ozone– est comparable aux tendances observées dans le réseau du Programme Européen de Monitoring et d'Evaluation (EMEP) [11].

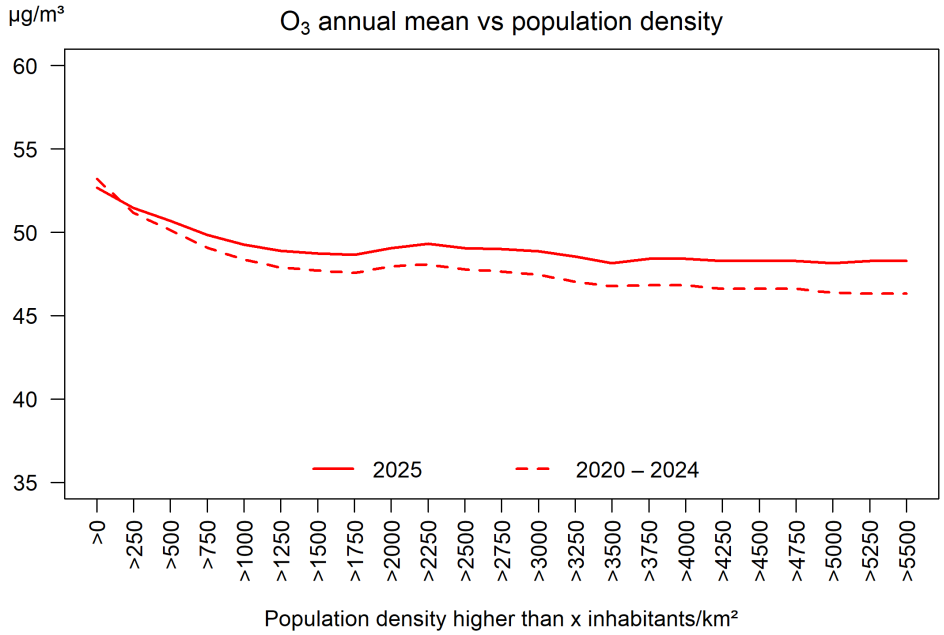

FIG. 41 : Relation entre les concentrations moyennes annuelles interpolées d'O_3 sur base de la technique d'interpolation RIO et la densité de la population (habitants/km^2).

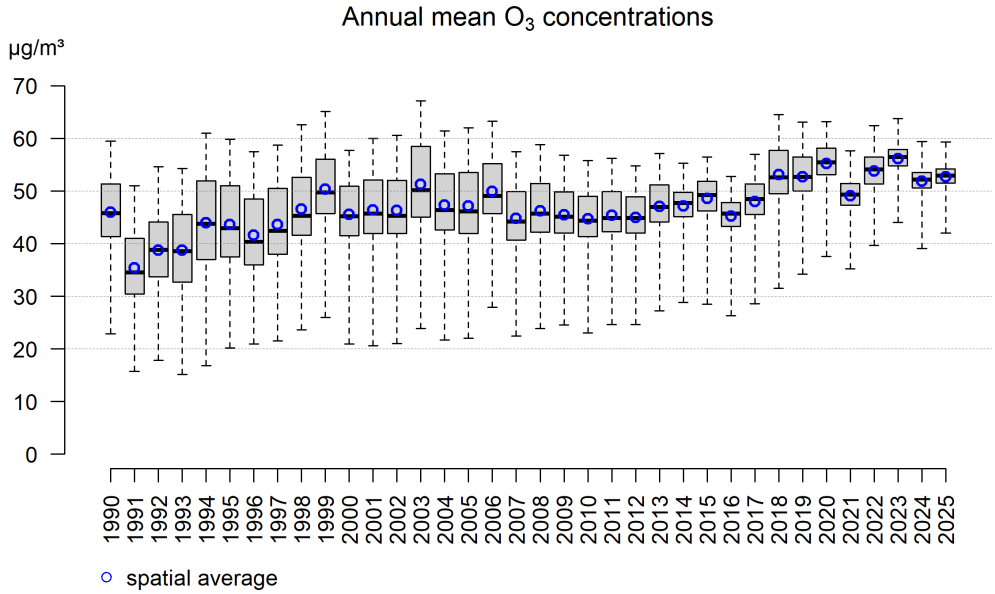

FIG. 42 : Diagramme en boîte des concentrations moyennes d'O_3 sur la période 1990–2025. La moyenne spatiale est indiquée par les cercles bleus. Toutes les données ont été calculées sur base de la technique d'interpolation RIO. Pour l'interprétation des diagrammes en boîte, voir l'annexe C.

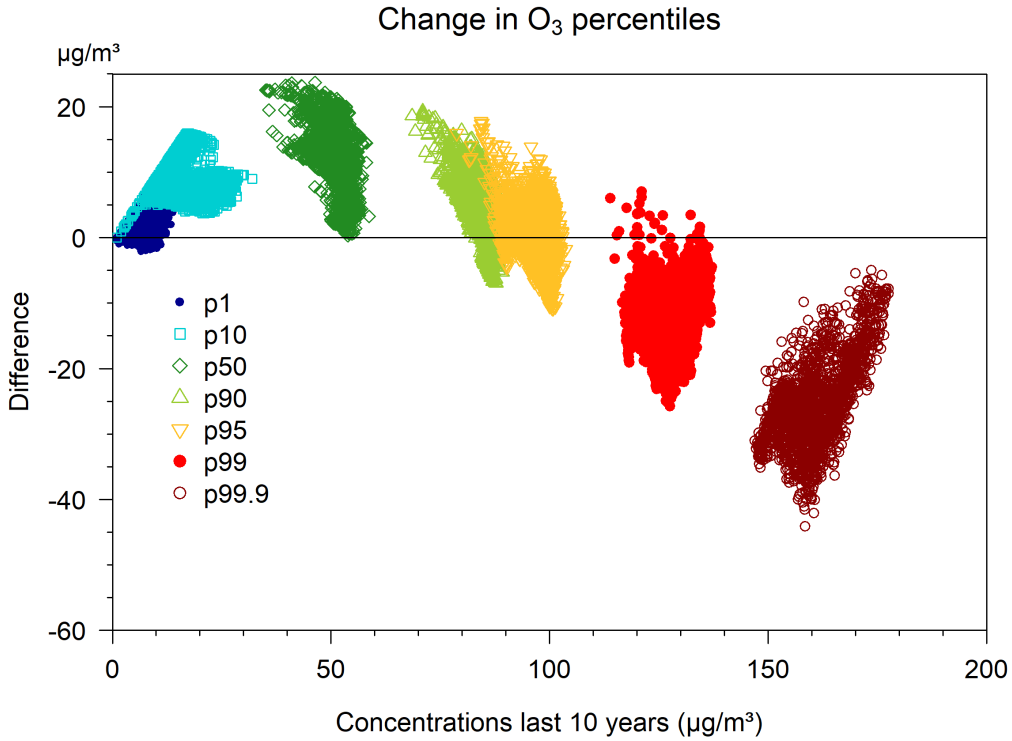

FIG. 43 : Evolution (différence entre les classes de concentrations) des centiles d'O_3 entre la période 1990–1999 et la période 2016–2025 en fonction des valeurs des centiles de la période 2016–2025 pour toutes les cellules de la grille RIO. Les données ont été générées sur base de la technique d'interpolation RIO. Les différentes couleurs indiquent les valeurs des centiles.

8 Conclusions

Ce rapport annuel donne un aperçu de la qualité de l'air en Belgique en 2025, et plus particulièrement de la répartition spatiale des concentrations des quatre principaux polluants (PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2 et O_3) ainsi que du BC et de l'évolution temporelle des différents indicateurs annuels.

De manière générale, les concentrations et le nombre de dépassements ont clairement diminué depuis le début des mesures de qualité de l'air, à l'exception notable de la concentration moyenne annuelle d'ozone. Une amélioration de la qualité de l'air est également observée à moyen terme. La synthèse du tableau 1 montre qu'en 2025, pour les particules fines et le dioxyde d'azote, tous les indicateurs sont inférieurs ou comparables à la moyenne sur les dix années précédentes. En raison des mesures de prévention prises lors de la pandémie de COVID-19 les divers indicateurs pour les PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC et NO_2 montrent un minimum en 2020 suivi d'une augmentation en 2021 et 2022. En 2023 et 2025, les concentrations sont à nouveau inférieures à celles de 2020.

Les principales exceptions aux tendances générales ci-dessus sont les indicateurs pour l'ozone. L'ozone est un polluant secondaire dont les concentrations dépendent fortement de la combinaison entre les émissions ou concentrations d'autres polluants et les conditions météorologiques. Les indicateurs de surcharge d'ozone ne montrent aucune tendance générale.

2025 a été une année favorable en ce qui concerne les pics d'ozone : seulement deux jours de dépassement du seuil d'information européen de 180 µg/m^3 en moyenne horaire ont été observés. L'objectif à moyen terme pour l'ozone a été atteint. L'objectif à long terme et les valeurs guides de l'OMS par contre ne sont pas respectés.

L'ensemble des valeurs limites européennes ont également été respectées pour les particules fines et le dioxyde d'azote. Par rapport aux valeurs guides de l'OMS plus strictes et reliées uniquement à l'impact sur la santé, on observe des dépassements pour tous les polluants. 62,6 % de la population est exposée à des concentrations moyennes annuelles de PM_{10} supérieures à la valeur guide de l'OMS, 64,7 % à des concentrations moyennes annuelles de NO_2 supérieures à la valeur guide de l'OMS, 90,4 % à des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2.5}$ supérieures à la valeur guide de l'OMS, et l'ensemble de la population à des concentrations moyennes d'ozone sur 8 heures supérieures à la valeur guide de l'OMS.

En conclusion si la qualité de l'air en Belgique s'est nettement améliorée au cours des dernières décennies, la majorité de la population belge demeure encore trop exposée à une mauvaise qualité de l'air, ce qui entraîne un impact durable et significatif sur la santé publique. L'impact sur les écosystèmes reste également défavorable. Il est important de souligner que les résultats indiqués dans ce rapport sont basés sur des calculs avec la technique d'interpolation RIO, avec une résolution spatiale de 4x4 km^2. Les résultats de ce rapport sont donc représentatifs pour des zones d'une superficie de 16 km^2. Les concentrations peuvent être plus élevées à proximité des principales sources d'émission (autoroutes, zones résidentielles avec beaucoup de chauffage au bois, zones industrielles, etc.). Des études locales au cas par cas doivent être effectuées afin de distinguer les effets plus spécifiques, mais ceci sort du cadre de ce rapport qui vise à fournir une vue d'ensemble de la problématique et à cartographier la qualité de l'air.

Références

[1] Directive 2001/81/ec of the european parliament and of the council of 23 october 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. *OJ*, L 309 :0022–0030, 2001.

[2] Directive 2002/3/ec of the european parliament and of the council of 12 february 2002 relating to ozone in ambient air. *OJ*, L 067 :0014–0030, 2002.

[3] Directive 2008/50/ec of the european parliament and of the council of 21 may 2008 on ambient air quality and cleaner air for europe. *OJ*, L 152 :1–44, 2008.

[4] Directive 2024/2881 of the european parliament and of the council of 23 october 2024 on ambient air quality and cleaner air for europe (recast). *OJ*, L series :1–70, 2024.

[5] D. C. Carslaw and K. Ropkins. *openair — An R package for air quality data analysis*, 2012.

[6] J. Hooyberghs, C. Mensink, G. Dumont, and F. Fierens. Spatial interpolation of ambient ozone concentrations from sparse monitoring points in belgium. *J. Environ. Monit.*, 8 :1129–1135, 2006. doi : 10.1039/B612607N. URL http://dx.doi.org/10.1039/B612607N.

[7] IRCEL. Het effect van de covid-19 maatregelen op de luchtkwaliteit in belgië een inschatting met een random forest model. pages 1–43, 2020.

[8] S. Janssen, G. Dumont, F. Fierens, and C. Mensink. Spatial interpolation of air pollution measurements using corine land cover data. *Atmospheric Environment*, 42(20) :4884–4903, 2008. ISSN 1352-2310. doi : https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.02.043. URL https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231008001829.

[9] QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association, 2021. URL https://www.qgis.org.

[10] R Core Team. *R : A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. URL https://www.R-project.org/.

[11] K. Tørseth, W. Aas, K. Breivik, A. Fjaeraa, M. Fiebig, A. Hjellbrekke, C. Lund Myhre, S. Solberg, and K. Yttri. Introduction to the european monitoring and evaluation programme (emep) and observed atmospheric composition change during 1972–2009. *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS*, 12 :5447–5481, 06 2012. doi : 10.5194/acp-12-5447-2012.

[12] VMM. Chemkar pm_{10} : chemische karakterisatie van fijn stof in vlaanderen, 2006–2007. pages 1–168, 2009.

[13] VMM. Chemkar pm_{10} 'hotspots', chemische karakterisatie van fijn stof in vlaanderen, 2008–2009. pages 1–130, 2010.

[14] WHO. *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary*. World Health Organization, 2021.

9 Annexe A : Stations de mesure

Le tableau ci-dessous dresse la liste des stations dont les mesures figurent sur les cartes de qualité de l'air de ce rapport. Les coches indiquent quels polluants sont mesurés dans les stations de surveillance.

Code	Localisation	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	BC	SO_2
40AL01	ANTWERPEN (LINKEROEVER)	✓	✓				
40AL02	DOEL (ENGELSESTEENWEG)	✓	✓				
40AL03	BEVEREN	✓	✓				
40AL04	BEVEREN	✓	✓			✓	
40AL05	KALLO (SLUIS KALLO)	✓	✓			✓	
40AT44	ORDAMSTRAAT				✓		✓
40AT83	BERENDRECHT	✓	✓		✓	✓	
40EG05	EVERGEM (RIEME)	✓	✓				
40G100	SINT-KRUIS-WINKEL (TERDONKPLEIN)	✓	✓				
40GK37	GENK (ETIENNE FABRYLAAN)	✓	✓				
40HB23	HOBOKEN	✓	✓				✓
40LD02	LAAKDAL - GEEL				✓		
40LM07	LOMMEL						✓
40MN01	MENEN	✓	✓				
40OB01	OOSTROZEBEKE	✓	✓				
40R822	ANTWERPEN (HAVEN)				✓		✓
40R891	ANTWERPEN (HAVEN)				✓		✓
40R892	KALLO (SLUIS KALLO)				✓		✓
40R897	ANTWERPEN (HAVEN)				✓		✓
40SA04	HOEVENEN	✓	✓		✓		
40SA08	STABROEK				✓		
40SZ05	STEENOKKERZEEL	✓	✓		✓	✓	
40WZ02	MOL (WEZEL)						✓
40ZB07	ZEEBRUGGE	✓	✓		✓	✓	
40ZB08	ZEEBRUGGE (EVENDIJK-OOST)	✓	✓		✓	✓	
41B001	BRUXELLES (ARTS-LOI)				✓		
41B004	BRUXELLES (SAINTE-CATHERINE)				✓		
41B006	BRUXELLES (PARLEMENT UE)				✓		
41B008	BRUXELLES (RUE BELLIARD)				✓		
41B011	BERCHEM-SAINTE-AGATHE	✓	✓	✓	✓		
41BUL1	BRUXELLES (BOULEVARD DU MIDI)				✓		
41CHA1	GANSHOREN (CHARLES-QUINT)				✓		
41MEU1	NEDER-OVER-HEEMBEEK	✓	✓	✓	✓		
41N043	HAREN (AVANT-PORT)	✓	✓	✓	✓		
41R001	MOLENBEEK-SAINT-JEAN	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41R002	IXELLES				✓		
41R012	UCCLE	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41REG1	BRUXELLES (BOULEVARD DU REGENT)	✓	✓		✓		
41VBX1	BRUXELLES (GRAND ILE)				✓		
41VBX2	BRUXELLES (TANNEURS)				✓		
41VBX3	BRUXELLES (LAEKEN)				✓		
42AL09	ANTWERPEN (VAN AVERBEKELAAN)	✓	✓				
42AL10	ANTWERPEN (BLANCEFLOERLAAN)	✓	✓				
42DU07	ANTWERPEN (DEURNE)	✓	✓		✓	✓	
42HH08	HOUTHALEN-HELCHTEREN	✓	✓				
42M802	ANTWERPEN LUCHTBAL	✓	✓		✓	✓	
42MK02	ANTWERPEN (MERKSEM)	✓	✓		✓	✓	
42N016	DESSEL	✓	✓	✓	✓		
42N027	BREE			✓	✓		
42N035	AARSCHOT	✓	✓	✓	✓		
42N040	SINT-PIETERS-LEEUW			✓	✓		
42N046	GELLIK			✓			

Code	Localisation	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	BC	SO_2
42N047	HASSELT	✓	✓	✓	✓	✓	
42N054	LANDEN	✓	✓		✓		
42R020	VILVOORDE	✓	✓		✓		
42R801	ANTWERPEN	✓	✓	✓	✓	✓	
42R802	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R803	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R804	BORGERHOUT (RING)	✓	✓		✓	✓	
42R805	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R806	ANTWERPEN (MAERLANT)				✓		
42R811	SCHOTEN			✓			
42R817	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R818	ANTWERPEN	✓	✓		✓		
42R823	BEVEREN-WAAS	✓	✓				
42R830	DOEL				✓		
42R831	BERENDRECHT				✓		
42R834	BOOM	✓	✓				
42R842	MECHELEN (HENDRIK SPEECQVEST)	✓	✓	✓	✓	✓	
42ZD01	ZWIJNDRECHT (BINNENPLEIN)	✓	✓				
42ZD08	ZWIJNDRECHT (NEERSTRAAT)	✓	✓				
43H201	SAINT NICOLAS	✓	✓				
43M204	ANGLEUR	✓	✓				
43N060	HAVINNES	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43N064	RIXENSART	✓	✓	✓	✓		
43N066	EUPEN			✓	✓		✓
43N067	MEMBACH	✓	✓				
43N070	MONS	✓	✓	✓	✓	✓	
43N073	VEZIN	✓	✓	✓	✓		
43N085	VIELSALM	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43N093	SINSIN	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43N100	DOURBES	✓	✓	✓	✓		✓
43N113	SAINT-ODE	✓	✓	✓	✓		
43N121	OFFAGNE	✓	✓	✓	✓		
43N132	HABAY-LA-NEUVE	✓	✓	✓	✓		✓
43R202	LIEGE (AV. M. DESTENAY)	✓	✓		✓	✓	
43R221	LIEGE	✓	✓	✓	✓	✓	
43R222	LIEGE	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43R223	JEMEPPE	✓	✓		✓		✓
43R240	ENGIS	✓	✓	✓	✓		✓
43R401	MUR	✓	✓	✓	✓	✓	
44M705	ROESELARE	✓	✓	✓	✓		
44N012	MOERKERKE	✓	✓	✓			
44N029	HOUTEM	✓	✓	✓	✓	✓	
44N052	ZWEVEGEM	✓	✓		✓		
44R701	GENT	✓	✓	✓	✓	✓	
44R702	GENT	✓	✓		✓	✓	
44R703	GENT					✓	
44R710	DESTELBERGEN	✓	✓	✓			
44R731	EVERGEM				✓		
44R740	SINT-KRUIS-WINKEL	✓	✓		✓		
44R750	ZELZATE	✓	✓		✓	✓	
44RL01	ROESELARE (BRUGSESTEENWEG)	✓	✓				
45R501	CHARLEROI	✓	✓		✓		
45R502	LODELINSART	✓	✓	✓	✓		
45R503	CHARLEROI (PARC)	✓	✓		✓	✓	
45R510	CHATELINEAU	✓	✓				✓
45R511	MARCINELLE	✓	✓				
45R512	MARCHIENNE AU PONT	✓	✓		✓	✓	✓

Code	Localisation	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	BC	SO_2
47E007	SINT-PIETERS-LEEUW				✓		
47E008	GRIMBERGEN				✓		
47E009	ZEMST				✓		
47E013	VORST				✓		
47E703	OOST-EEKLO				✓		
47E704	WACHTEBEKE				✓		
47E714	DUDZELE				✓		
47E715	ZUIENKERKE				✓		
47E716	MARIAKERKE				✓		
47E814	HAM (GENEBOSSTRAAT)				✓		
48R215	HERMALLE	✓	✓		✓	✓	
48R236	LIEGE (AEROPORT 2)	✓	✓		✓		
48R237	LIEGE (AEROPORT 1)	✓	✓		✓	✓	
48R515	CHARLEROI (AEROPORT 1)	✓	✓		✓		
48R516	CHARLEROI (AEROPORT 2)	✓	✓		✓		

10 Annexe B : Relevés annuels

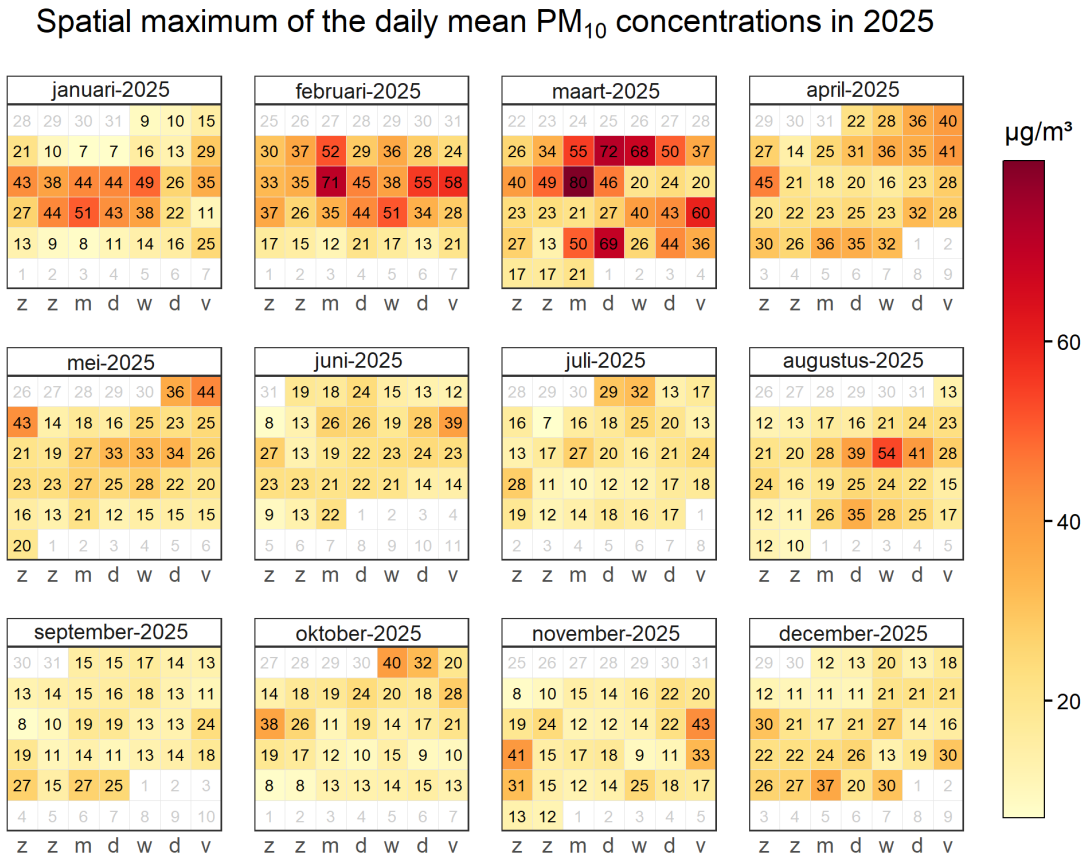

FIG. 44 : Maximum (sur la Belgique) de la moyenne journalière de PM_{10} en 2025.

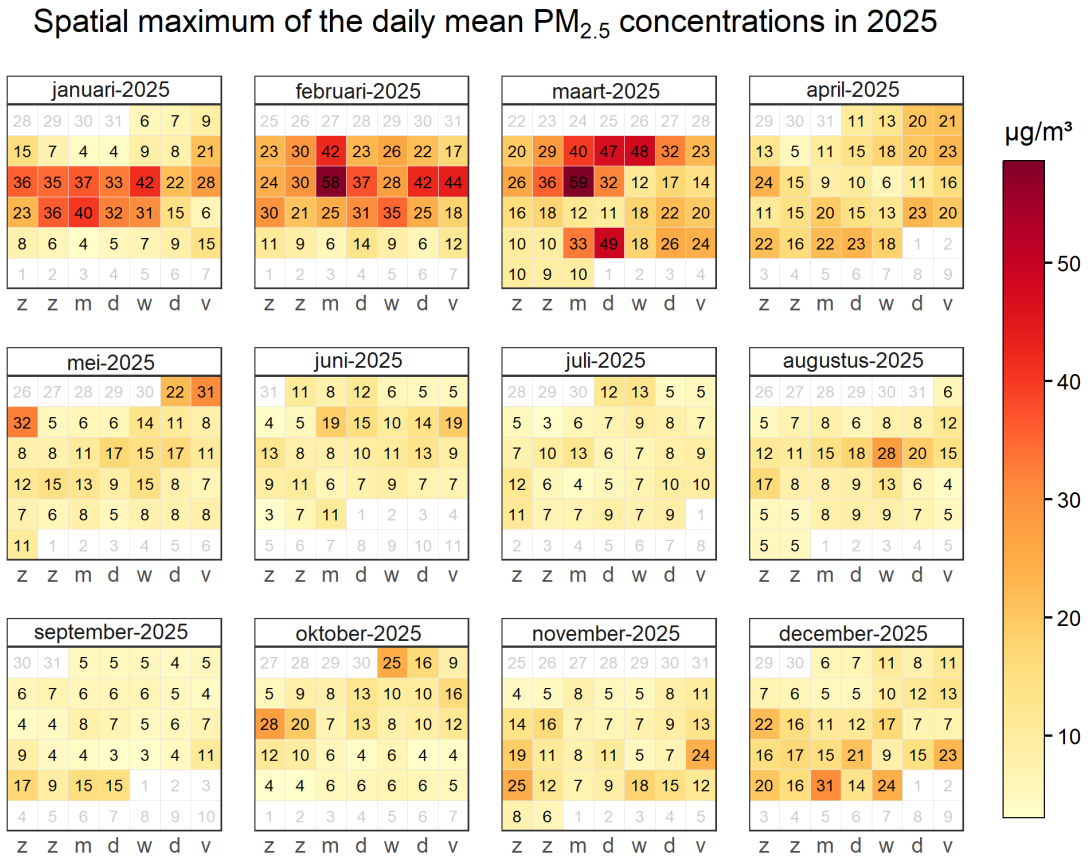

FIG. 45 : Maximum (sur la Belgique) de la moyenne journalière de $PM_{2.5}$ en 2025.

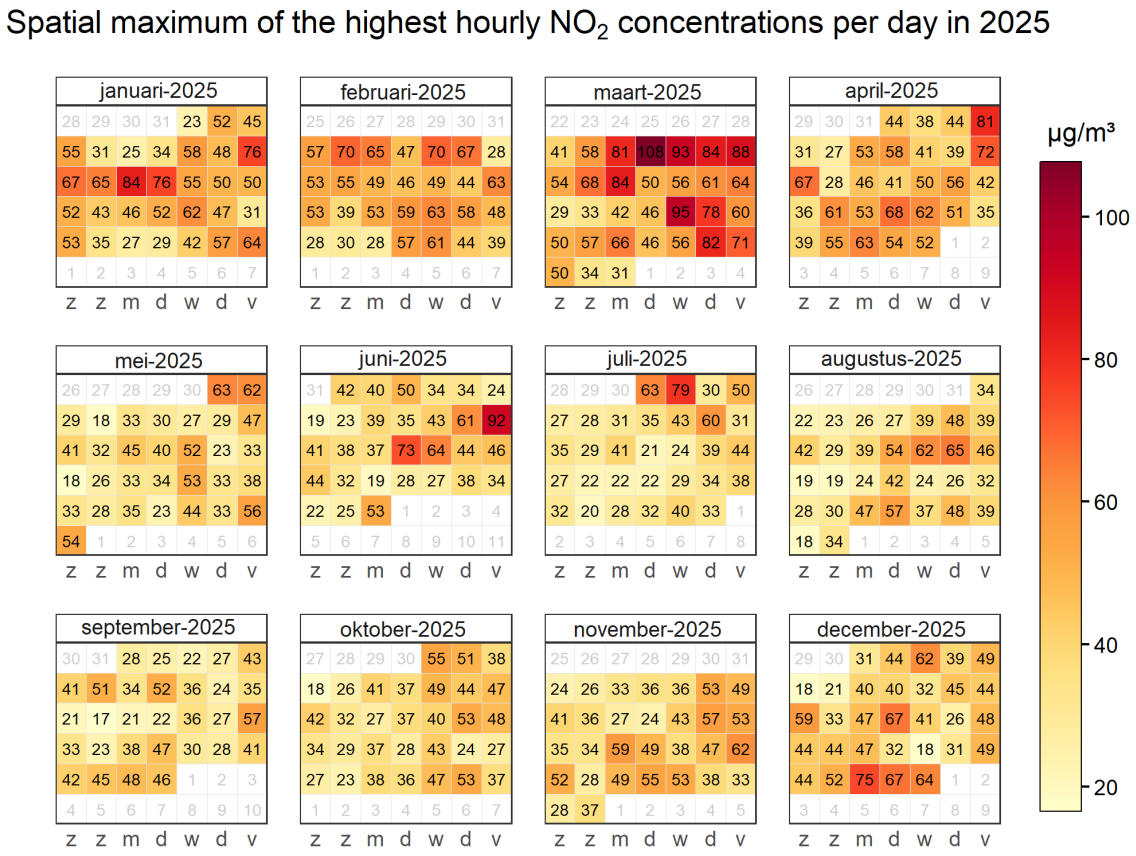

FIG. 46 : Maximum spatial des concentrations horaires maximales de NO_2 par jour en 2025.

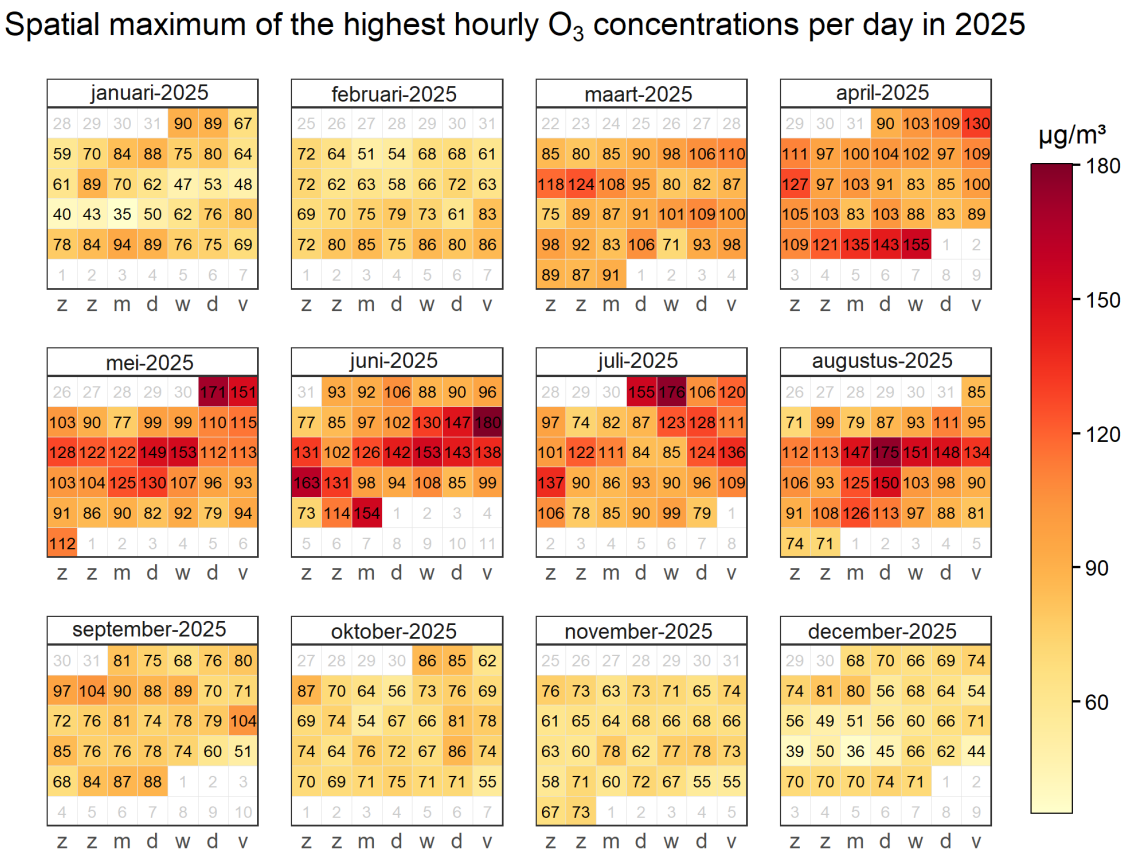

FIG. 47 : Maximum spatial des concentrations horaires maximales de O_3 par jour en 2025.

11 Annexe C : Interprétation des diagrammes en boîte

Un diagramme en boîte (« box plot ») est une représentation graphique permettant d'obtenir rapidement une vue globale de la distribution d'une série de données. Il présente les quartiles (soit les 25e et 75e centiles), la médiane (le 50e centile) et la valeur la plus élevée et la plus basse de la série. Le xième centile est la valeur à laquelle x % des données lui sont inférieures, et (100-x) % des données lui sont supérieures.

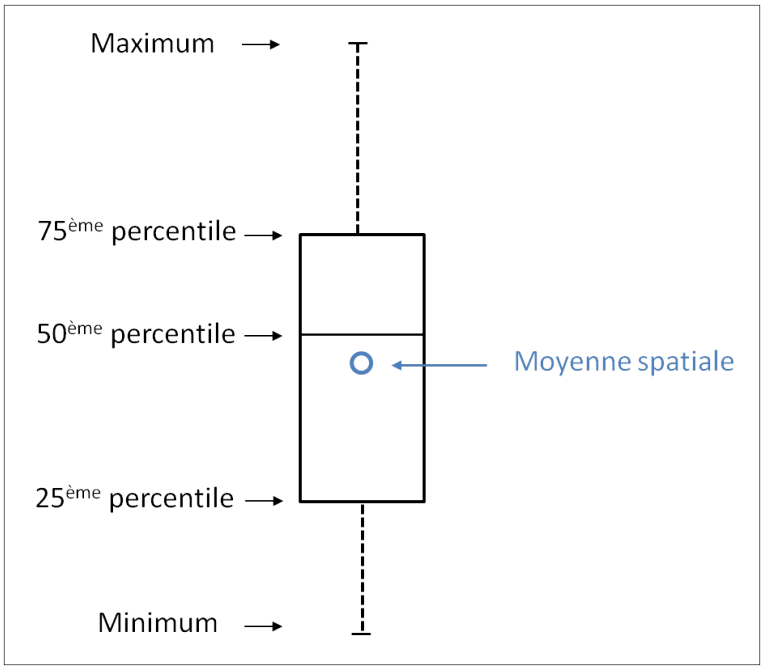

FIG. 48 : Présentation d'un diagramme en boîtes.

12 Annexe D : Cartes d'incertitudes

La valeur interpolée du RIO n'est pas une valeur absolument correcte mais est sujette à une certaine incertitude. D'une part, outre l'incertitude liée aux concentrations moyennes horaires ou journalières interpolées, l'agrégation en moyennes annuelles ou en dépassements journaliers est également génératrice d'incertitude. Dans la technique d'interpolation RIO, plusieurs aspects contribuent à l'incertitude entachant les concentrations interpolées :

1. Erreur liée aux valeurs de mesure : elle est indirectement prise en compte étant donné que le variogramme utilisé dans le kriging (la méthode sous-jacente à la technique d'interpolation RIO) présente un effet « nugget » (c'est-à-dire qu'on ne présuppose pas une concentration mesurée identique en cas de distance nulle entre les stations de mesure).
2. Agglomération ou « clustering » des stations de mesure : un plus grand nombre de stations à proximité les unes des autres réduit la précision de l'interpolation.
3. Distance par rapport aux stations de mesure : l'incertitude d'interpolation est plus grande à un endroit plus éloigné des stations de mesure.
4. Variation des mesures proprement dites : si les mesures prises à des endroits proches les uns des autres présentent une grande variation, l'incertitude d'interpolation est également plus grande.
5. Erreur par de-trending et re-trending : erreur commise en renormalisant les stations afin qu'elles aient toutes la même représentativité spatiale, ainsi que lors de l'exercice inverse après leur interpolation.

Une fois que l'incertitude liée aux concentrations moyennes horaires ou journalières interpolées a été déterminée, il faut également tenir compte, lors de l'agrégation, de :

1. L'autocorrélation temporelle des données, liée au fait que les concentrations d'aujourd'hui dépendent de celles d'hier, qui réduit l'information disponible dans les données.
2. La covariance entre les différentes cellules qui est représentée par un modèle spatial fixe au fil du temps (variogramme).

Une incertitude basée sur l'écart-type d'une distribution normale de probabilité est calculée pour les concentrations interpolées par la méthode RIO sur base des sources d'incertitude citées plus haut (voir cartes ci-dessous). Pour une distribution de probabilité normale, avoir une valeur x et une erreur de 5,0 µg/m^3, signifie qu'il y a alors 68 % de chances que la valeur réelle soit comprise entre (x - 5,0) et (x + 5,0) µg/m^3 (« erreur d'un sigma »), 95 % de chances que la valeur réelle soit comprise entre (x - 10) et (x + 10) µg/m^3 (deux fois sigma), etc. Il est alors possible de calculer une probabilité de dépassement des valeurs limites européennes (probability of exceedance) sur base de la concentration interpolée, de l'incertitude calculée et de la valeur limite.

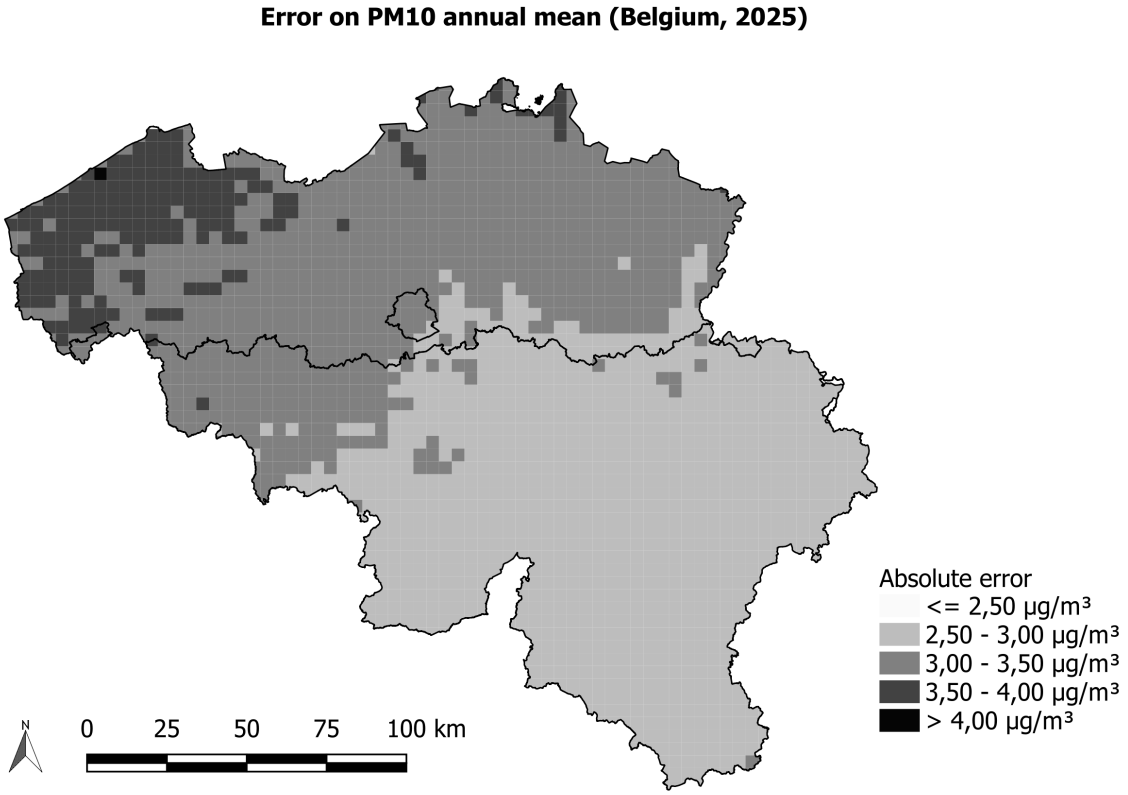

FIG. 49 : Distribution spatiale de l'erreur absolue (µg/m^3) pour la concentration moyenne annuelle de PM_{10}.

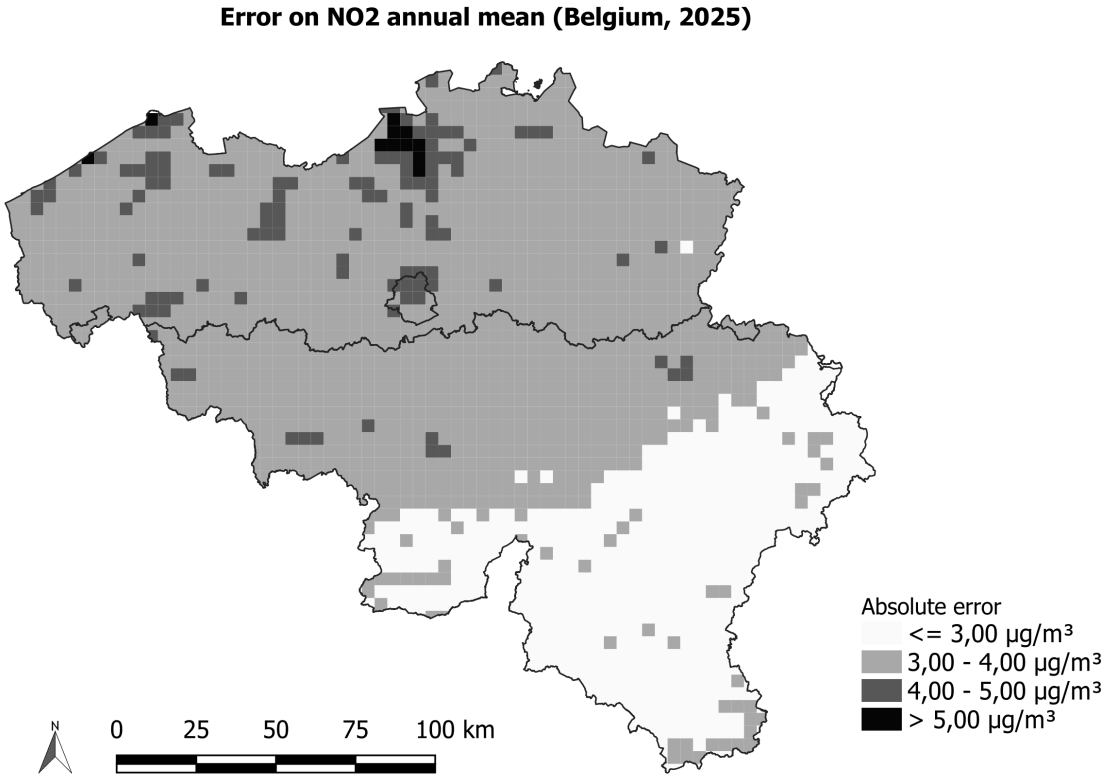

FIG. 50 : Distribution spatiale de l'erreur absolue (µg/m^3) pour la concentration moyenne annuelle de NO_2.

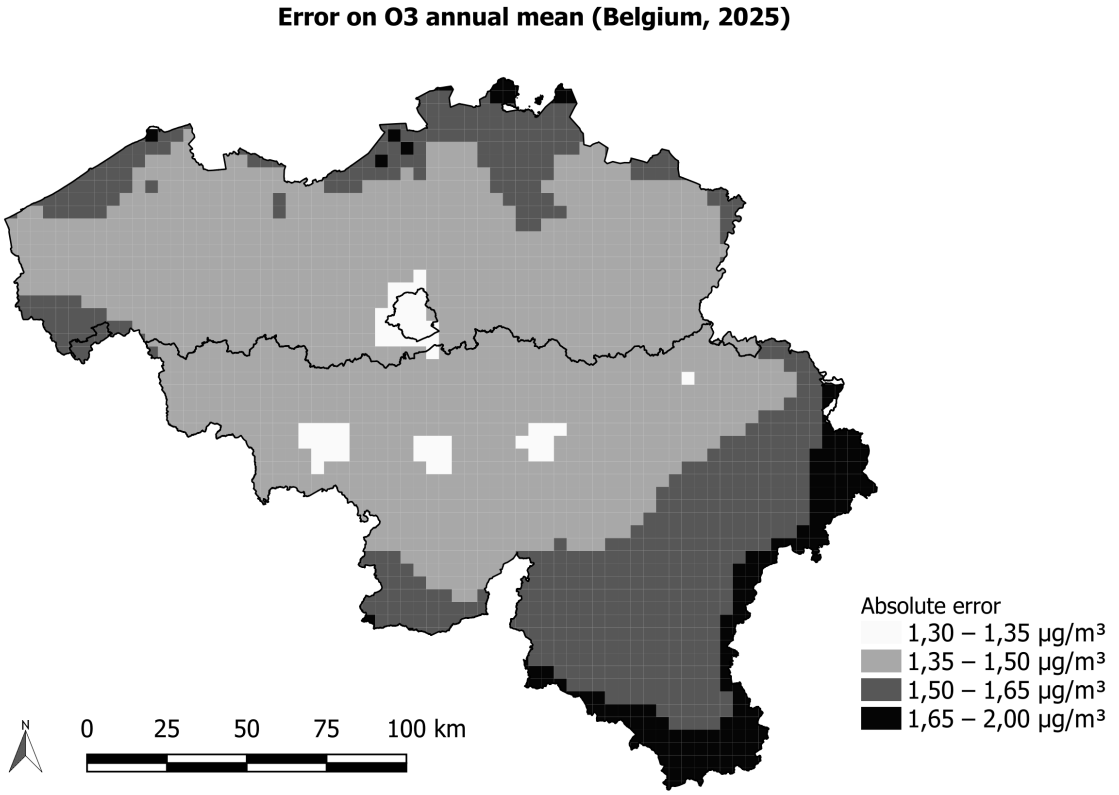

FIG. 51 : Distribution spatiale de l'erreur absolue (µg/m^3) pour la concentration moyenne annuelle de O_3.